ERNST MACH

L’analyse des sensations

Le rapport du physique au psychique

Ce livre vous plaît, vous souhaitez en avoir une version imprimée sur papier dans votre bibliothèque, allez sur Amazon !

https://www.amazon.fr/dp/2493956001

L’analyse des sensations

L’analyse des sensations

le rapport du physique au psychique

ERNST MACH

Auteur : Dr Ernst Mach

Traduit de l'allemand à l'anglais par C. M. Williams

Révisé et complété par S. Waterlow

Traduit de l'anglais au français et annoté par É. Loonis

Illustrations reconstituées par É. Loonis
(à l'exception des figures 1, 20 et 21).

Copyright © 2022 Éric Loonis

Tous droits réservés.

ISBN : 9782493956002

Autres ouvrages du traducteur

NOTES DU TRADUCTEUR

Ce livre n'est pas tant une nouvelle édition de la traduction anglaise des *Contributions à l'analyse des sensations*, du professeur Mach, qui furent publiées en 1897[1], mais est, comme l'indique le titre plus complet, un livre presque entièrement nouveau. Les *Contributions* parurent à l'origine en 1886. La traduction anglaise de 1897 contenait une certaine quantité de nouveaux éléments, dont la plupart ont été incorporés par le professeur Mach dans sa deuxième édition (1900). Depuis lors, il y a eu trois autres éditions : deux d'entre elles, la troisième et la cinquième, contenant d'importants changements et ajouts d'une telle ampleur que la cinquième édition, dont cette traduction est maintenant offerte au public anglophone, est un livre presque deux fois plus long que la traduction originale en anglais.

Il peut donc être commode de mentionner ici les principaux aspects par lesquels ce livre diffère de la traduction de 1897. Six chapitres sont entièrement nouveaux, à savoir, le chapitre 3, sur « Ma relation avec Richard Avenarius et d'autres penseurs » ; Chapitre 5, sur « Physique et biologie : causalité et téléologie » ; Chapitre 8, sur « La volonté » ; Chapitre 9, sur « Considérations biologico-téléologiques appliquées à l'espace » ; Chapitre 11, sur « Sensation, mémoire et association », et le chapitre 15, sur « Comment mes vues ont été reçues ». De plus, les huit chapitres de l'édition originale ont tous été considérablement étendus. Le chapitre 2 contient la plupart des éléments qui apparaissaient en appendice dans la traduction de 1897. Le

[1] *Contributions à l'analyse des sensations*, par le Dr Ernst Mach. Traduit par C. M. Williams. Chicago : Open Court Publishing Co., 1897.

chapitre 7 contient six sections du Dr Josef Pollak sur des recherches récentes sur les fonctions du labyrinthe de l'oreille.

On verra que les changements et les ajouts se regroupent, dans l'ensemble, en deux catégories. Elles sont faites dans le but soit d'amplifier et d'actualiser les discussions originales de l'auteur sur des points de détail, soit d'expliquer et de justifier ses vues plus générales sur les relations entre les différentes branches de la science et sur les questions à la frontière entre la science et la philosophie. Il sied mal à un traducteur de céder à la tentation, qu'il doit pourtant ressentir, de se faire commentateur ou apologétique ; mais il me sera peut-être permis de souligner le grand intérêt qui s'attache aux explications données ici par le physicien et philosophe expérimenté (si le professeur Mach m'autorise le mot « philosophe ») sur la manière dont ses vues ont été développées.

Pour les parties du texte qui sont identiques à l'édition anglaise de 1897, je me suis largement servi de l'excellente traduction de Madame Williams. Enfin, je dois ajouter que l'ensemble de la présente traduction a été très aimablement relu, en manuscrit, par le professeur Mach lui-même.

Sydney Waterlow

PRÉFACE DE LA CINQUIÈME ÉDITION

Le texte de cette édition a été augmenté par un certain nombre de nouveaux passages et notes. Il y a une insertion d'une certaine longueur sur les enquêtes récentes quant au sens de l'orientation ; c'est de la plume du professeur Josef Pollak, qui a également eu la gentillesse de lire les épreuves de l'ensemble du livre et de corriger l'index. Pour tous ces services, je lui dois mes plus vifs remerciements. Une erreur quant à la théorie de l'audition d'Ewald a été corrigée. J'ai noté avec satisfaction qu'une conception de la relation entre le physique et le psychique, presque identique à la conception défendue ici, apparaît dans un livre d'Alfred Binet (*L'âme et le corps*, Paris, 1905).

VIENNE, mai 1906

PRÉFACE DE LA PREMIÈRE ÉDITION

Les fréquentes excursions que j'ai faites dans cette province sont toutes nées de la conviction profonde que les fondements de la science dans son ensemble, et de la physique en particulier, attendent leurs prochaines plus grandes élucidations du côté de la biologie, et surtout de l'analyse des sensations.

Je suis conscient, bien sûr, que j'ai réussi à peu contribuer à la réalisation de ce but. Le fait même que mes recherches aient été menées, non pas dans le cadre d'une profession, mais seulement à des moments irréguliers, et souvent seulement après de longues interruptions, doit diminuer considérablement la valeur de mes publications éparses, ou peut-être même m'exposer au reproche muet quant au décousu de ce travail. J'ai d'autant plus d'obligations particulières envers des chercheurs, tels que E. Hering, V. Hensen, W. Preyer et d'autres, qui ont attiré l'attention soit sur le sujet de mes écrits, soit sur mes exposés méthodologiques.

La présente introduction, succincte et complémentaire, de mes vues, placera peut-être mon attitude sous un jour un peu plus favorable, car on verra que dans tous les cas j'ai eu à l'esprit le même problème, aussi variés ou nombreux que fussent les seuls faits observés. Bien que je ne puisse prétendre aucunement au titre de physiologiste, et encore moins à celui de philosophe, j'ose espérer que le travail ainsi entrepris, par pur désir d'auto-éclaircissement, par un physicien dégagé des barrières conventionnelles du spécialiste, n'est peut-être pas tout à fait sans valeur pour d'autres aussi, même si je n'ai peut-être pas entièrement raison.

Mon penchant naturel pour l'étude de ces questions a reçu sa plus forte stimulation il y a vingt-cinq ans, avec *Elemente der Psychophysik* de Fechner (Leipzig, 1860), mais ma plus grande aide a été dérivée de la solution de Hering aux deux problèmes mentionnés aux pages 69 et 168.

Aux lecteurs qui, pour une raison quelconque, désirent éviter des discussions plus générales, je recommande l'omission des premier et dernier chapitres. Pour moi, cependant, la conception du tout et la conception des parties sont si intimement liées que je ne pourrais guère les séparer.

PRAGUE, novembre 1885

PRÉFACE DE LA DEUXIÈME ÉDITION

Ce livre était destiné à avoir l'effet d'un aperçu, et, si je puis en juger par les déclarations occasionnelles d'Avenarius, H. Cornelius, James, Külpe, Loeb, Pearson, Petzoldt, Willy et d'autres, il semble avoir rempli son objet. Il paraît maintenant, après quatorze ans, dans une nouvelle édition. C'est une entreprise plutôt audacieuse. Car laisser gonfler le livre en un volumineux ouvrage, en ajoutant des comptes rendus de nombreuses recherches expérimentales sur des points de détail, et en rendant-compte longuement de la littérature qui a paru depuis sa première publication, ne serait pas conforme à son caractère. Pourtant, je ne voulais pas laisser passer cette dernière occasion sans dire encore une fois quelque chose sur un sujet qui me tient tant à cœur. J'y ai donc apporté les compléments et éclaircissements les plus urgents, principalement en insérant de courts chapitres dans le texte original. L'un d'eux, le second, est déjà paru dans l'édition anglaise de 1897.

Un seul et même point de vue sous-tend à la fois mes écrits épistémologico-physiques et ma tentative actuelle de traiter de la physiologie des sens, à savoir que tous les éléments métaphysiques doivent être éliminés comme superflus et comme destructeurs de l'économie de la science. Si je ne suis pas entré, au long de ces pages, dans une discussion critique et polémique détaillée des vues opposées aux miennes, ce n'est en vérité pas par mépris de mes adversaires, mais parce que je suis convaincu que des questions de ce genre ne peuvent être tranchées au moyen de controverses et de combats dialectiques. La seule voie vraiment fructueuse est consistant à apporter sa pensée inachevée – ou, ce peut-être, son idée paradoxale – patiemment, avec quelqu'un, durant des années, et de faire un effort honnête pour compléter la

pensée inachevée, ou pour éliminer l'élément paradoxal, selon le cas. Ces lecteurs qui, après avoir feuilleté les premières pages, mettent le livre de côté, parce que leurs convictions sont telles qu'ils ne peuvent plus me suivre, ne feront que faire exactement ce que j'ai moi-même parfois été contraint de faire.

Dans son ancienne version, le livre a rencontré une acceptation très amicale, mais il a également suscité une opposition acharnée. Les lecteurs qui souhaitent approfondir les sujets dont il traite peuvent trouver utile de savoir que Willy, dans un ouvrage récemment publié (*Die Krisis in der Psychologie*, Leipzig, 1899), dans lequel une position étroitement liée à la mienne est adoptée, s'oppose à mes vues sur de nombreux points de détail.

VIENNE, avril 1900

PRÉFACE DE LA TROISIÈME ÉDITION

Contrairement à mes attentes, la seconde édition s'est épuisée en quelques mois. Je n'ai pas hésité à faire certains ajouts qui peuvent aider à mieux éclairer mes vues, sans toutefois altérer le texte de 1886 sur l'essentiel. Deux passages seulement de la seconde édition (paragraphe 7, p. 11, et paragraphe 11, p. 15) ont été rédigés sous une forme plus claire. Le Dr A. Lampa, maître de conférences en physique dans cette université, a été informé par plusieurs lecteurs que ces passages étaient souvent compris dans un sens idéaliste unilatéral, une interprétation que je n'avais nullement l'intention d'entendre. Je suis très reconnaissant au Dr Lampa de m'avoir donné ces informations. Chapitres 9 et 15, dans lesquels les sujets abordés dans la deuxième édition sont développés plus longuement, sont de nouveaux ajouts.

À moins que toutes les indications ne soient trompeuses, je n'occupe plus, quant à mes vues, une position aussi isolée qu'il y a encore quelques années. Outre l'école d'Avenarius, il y a aussi des penseurs plus jeunes, comme H. Gomperz, qui abordent mon point de vue par leurs propres chemins. Les divergences qui subsistent encore ne me paraissent pas inconciliables. Mais il serait encore prématuré de les contester. « Mais il s'agit d'une question dans laquelle il est singulièrement difficile de discerner précisément ce qu'un autre homme veut dire, et même ce que l'on veut dire soi-même. » L'auteur de cette remarque délicieusement humoristique était W. K. Clifford, le mathématicien ("On the Nature of Things-in-themselves," *Lectures*, vol. II, p. 88), un écrivain avec une affinité extrêmement étroite avec mes propres conceptions, dans le sens de sa pensée.

VIENNE, novembre 1901

PRÉFACE DE LA QUATRIÈME ÉDITION

L'opinion, qui s'affirme peu à peu, que la science doit se borner à la représentation abrégée du réel, a nécessairement pour conséquence l'élimination de toutes les suppositions superflues qui ne peuvent être contrôlées par l'expérience, et surtout de toutes hypothèses qui sont métaphysiques au sens de Kant. Si ce point de vue est bien gardé à l'esprit dans ce vaste champ d'investigation qui comprend le physique et le psychique, nous obtenons, comme premier pas et le plus évident, la conception des sensations comme les éléments communs de tous les aspects physiques et psychiques possibles. Expériences psychiques, qui consistent simplement dans les différentes manières dont ces éléments sont combinés, ou dans leur dépendance les uns des autres. Toute une série de pseudo-problèmes gênants disparaît d'un coup. Le but de ce livre n'est pas de proposer un système de philosophie, ou une théorie globale de l'univers. Ce ne sont que les conséquences de cette seule démarche, à laquelle bien d'autres peuvent s'attacher, qui sont examinées ici. Une tentative est faite, non pas pour résoudre tous les problèmes, mais pour parvenir à une position épistémologique qui prépare la voie à la coopération de domaines de recherche spéciaux, qui sont largement éloignés les uns des autres, dans la solution d'importants problèmes de détail.

C'est de ce point de vue qu'il faut considérer les récits d'enquêtes spéciales qui sont donnés ici. S'il n'y a pas de différence essentielle entre le physique et le psychique, nous espérerons retrouver la même connexion exacte, que nous cherchons dans tout ce qui est physique, dans les rapports entre le physique et le psychique aussi. On s'attend alors à trouver, correspondant à tous les détails que l'analyse physiologique peut découvrir dans les sensations, autant de

détails de processus nerveux physiques. J'ai essayé de décrire cette relation, autant que j'ai pu le faire.

Des expressions de louanges extravagantes et de blâmes tout aussi extravagants sont venues à mes oreilles. J'espère que ce que je viens de dire, en modérant les deux, pourra favoriser un jugement sobre. Quand, il y a environ trente-cinq ans, j'ai réussi, en surmontant mes propres préjugés, à asseoir solidement ma position actuelle et à me dégager du plus grand malaise intellectuel de ma vie, j'ai atteint par là une certaine satisfaction. Je ne connaissais alors que Kant et Herbart. Je vois aujourd'hui que toute une ribambelle de philosophes positivistes, d'empiristes critiques, de partisans de la philosophie de l'immanence, et aussi certains savants isolés se sont tous, sans aucune connaissance des travaux les uns des autres, engagés dans des voies qui, malgré toutes leurs différences individuelles, convergent presque vers un point. Si, dans ces circonstances, je ne puis estimer très haut la valeur de mes travaux individuels, il peut néanmoins m'être permis de croire que je n'ai pas seulement poursuivi un fantôme subjectif, mais que j'ai contribué vers la réalisation d'un objectif que beaucoup d'autres que moi ont visé. Il serait bien entendu absurde, s'agissant d'idées dont les fils conducteurs remontent à l'Antiquité, de prétendre à une quelconque priorité.

Le Dr Josef Pollak et le Dr Wolfgang Pauli, chargés de cours à la Faculté de médecine de l'Université de Vienne, ont eu l'extrême gentillesse de lire les épreuves, ce dont je les remercie très chaleureusement.

VIENNE, novembre 1902

1. REMARQUES INTRODUCTIVES : ANTIMÉTAPHYSIQUE

1.

Les grands résultats obtenus par la science physique à l'époque moderne ne se limitent pas à sa propre sphère, mais embrassent celles d'autres sciences qui l'utilisent. De sorte que les modes physiques de penser et de procéder jouissent partout d'une importance inusitée, et que les plus grandes attentes sont associées à leur application. Conformément à cette orientation de la recherche moderne, la physiologie des sens a abandonné progressivement la méthode d'investigation des sensations en elles-mêmes (telle que suivie par des hommes comme Goethe, Schopenhauer et d'autres, mais avec le plus grand succès par Johannes Müller), pour assumer une dimension presque exclusivement physique.

Cette tendance ne doit pas nous apparaître tout à fait appropriée, quand on songe que la physique, malgré son développement considérable, ne constitue pourtant qu'une partie d'un savoir collectif *plus vaste*, et qu'elle est incapable, avec ses outils intellectuels limités, créés pour des et à des fins spéciales, d'épuiser tous les sujets d'étude en question. Sans renoncer à l'appui de la physique, il est possible à la physiologie des sens, non seulement de poursuivre son propre cours du développement, mais aussi d'apporter à la science physique elle-même une aide puissante. Les considérations simples suivantes serviront à illustrer cette relation entre les deux.

2.

Les couleurs, les sons, les températures, les pressions, les espaces, les temps, etc., sont liés les uns aux autres de multiples manières ; et avec eux sont associées des dispositions d'esprit, des sentiments et des volitions. De ce tissu, ce qui est relativement plus fixe et permanent se détache, se grave dans la mémoire et s'exprime dans le langage. Une permanence relativement plus grande est manifestée, premièrement, par certains complexes de couleurs, de sons, de pressions, etc., fonctionnellement connectés dans le temps et dans l'espace, qui reçoivent donc des noms spéciaux et sont appelés corps. De tels complexes ne sont absolument pas permanents.

Ma table est tantôt vivement, tantôt faiblement éclairée. Sa température varie. Elle peut recevoir une tache d'encre. Un de ses pieds peut être cassé. Elle peut être réparée, polie et remplacée pièce par pièce. Mais, pour moi, cela reste la table sur laquelle j'écris quotidiennement.

Mon ami peut mettre un manteau différent. Son visage peut prendre une expression sérieuse ou joyeuse. Son teint, sous l'effet de la lumière ou de l'émotion, peut changer. Sa forme peut être altérée par le mouvement, ou être définitivement changée. Pourtant, le nombre des traits permanents présentés, comparé au nombre des altérations graduelles, est toujours si grand, que ces dernières peuvent être négligées. C'est le même ami avec qui je fais ma promenade quotidienne.

Mon manteau peut recevoir une tache, une déchirure. Ma manière même d'exprimer cela montre qu'il s'agit ici d'une somme totale de permanence, à laquelle s'ajoute l'élément nouveau et à laquelle est ensuite retranché ce qui manque.

Notre plus grande intimité avec cette somme totale de permanence, et la prépondérance de son importance pour moi par rapport à l'élément changeant, nous poussent à l'économie en partie instinctive, en partie volontaire et consciente de la représentation mentale et de la désignation,

telle qu'elle s'exprime dans la pensée ordinaire et la parole. Ce qui est représenté dans une seule image reçoit une seule désignation, un seul nom.

De plus, ce complexe de souvenirs, d'humeurs et de sentiments, joint à un corps particulier (le corps humain), qui est appelé le « je » ou « l'ego », se manifeste comme relativement permanent. Je peux être engagé sur tel ou tel sujet, je peux être calme et joyeux, excité et de mauvaise humeur. Pourtant, à part les cas pathologiques, il reste suffisamment de traits durables pour identifier le moi. Bien sûr, l'ego aussi n'est que de permanence relative.

La permanence apparente du moi consiste principalement dans le seul fait de sa continuité, dans la lenteur de ses changements. Les nombreux plans et pensées d'hier qui se poursuivent aujourd'hui, et que notre environnement pendant les heures de veille nous rappelle sans cesse (d'où dans les rêves l'ego peut être très indistinct, doublé ou totalement absent), et les petites habitudes qui sont inconsciemment et involontairement entretenues pendant de longues périodes, constituent le fondement de l'ego. Il peut difficilement y avoir de plus grandes différences dans les ego de différentes personnes que celles qui se produisent au cours des années chez une seule personne. Quand je me rappelle aujourd'hui ma première jeunesse, je devrais prendre le garçon que j'étais alors, à quelques traits près, pour une autre personne, n'eût été l'existence de la chaîne des souvenirs. Beaucoup d'articles que j'ai écrits moi-même il y a vingt ans m'impressionnent maintenant comme quelque chose de tout à fait étranger à moi-même. Le caractère très graduel des changements du corps contribue aussi à la stabilité du moi, mais à un degré bien moindre qu'on ne l'imagine. De telles choses sont beaucoup moins analysées et remarquées que l'ego intellectuel et moral. Personnellement, les gens se connaissent très mal.[2]

[2] Une fois, quand j'étais jeune homme, j'ai remarqué dans la rue le profil d'un visage qui m'était très déplaisant et repoussant. Je ne fus

Lorsque j'écrivais ces lignes en 1886, l'admirable petit livre de Ribot, *Les Maladies de la personnalité* (deuxième édition, Paris, 1888, Chicago, 1895), m'était inconnu. Ribot attribue à la sensibilité générale le rôle principal de conserver la continuité du moi. Généralement, je suis en parfait accord avec ses vues.[3]

Le moi est aussi peu permanent dans l'absolu que le sont les corps. Ce que nous redoutons tant dans la mort, l'anéantissement de notre permanence, se produit réellement dans la vie en abondance. Ce qui est le plus précieux pour nous, reste conservé en d'innombrables exemplaires, ou, dans des cas d'exceptionnelle excellence, cela est même préservé en-soi. Chez le meilleur être humain, cependant, il y a des traits individuels dont ni lui-même ni les autres n'ont à regretter la perte. En effet, parfois, la mort, considérée comme une libération de l'individualité, peut même devenir une pensée agréable. De telles réflexions ne rendent évidemment pas la mort physiologique plus facile à supporter.

Après avoir obtenu une première vue d'ensemble, par la formation des concepts-substances « corps » et « moi » (matière et âme), la volonté est poussée à un examen plus précis des changements qui se produisent dans ces existences

---

pas un peu interloqué lorsque l'instant d'après je découvris que c'était mon propre visage déformé. En passant devant une boutique où l'on vendait des miroirs, j'avais aperçu le reflet de deux miroirs inclinés à l'angle convenable l'un par rapport à l'autre. Autre exemple, il n'y a pas longtemps, après un pénible voyage en chemin de fer de nuit, alors que j'étais très fatigué, je suis monté dans un omnibus, juste au moment où un autre homme est apparu à l'autre bout. « Quel pauvre pédagogue qui vient d'entrer », pensai-je. C'était moi : en face de moi était accroché un grand miroir. La physionomie de ma classe m'était donc mieux connue que la mienne.

[3] Cf. Hume, *Treatise on Human Nature* (Traité de la nature humaine), vol. I. partie IV, p. 6 ; Gruithuisen, *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie* (Contributions à la physiognosie et à l'éautognosie), Munich, 1812, pp. 37-58.

relativement permanentes. L'élément de changement dans les corps et l'ego, est en fait, exactement ce qui pousse la volonté[4] à cet examen. Ici, les éléments constitutifs du complexe sont d'abord exposés comme ses propriétés. Un fruit est doux ; mais il peut aussi être amer. De plus, d'autres fruits peuvent être sucrés. La couleur rouge que nous recherchons se retrouve dans de nombreux corps. Le voisinage de certains corps est agréable ; celui d'autres, désagréable. Ainsi, progressivement, différents complexes se retrouvent constitués d'éléments communs. Le visible, l'audible, le tangible sont séparés des corps. Le visible est analysé en couleurs et en forme. Dans la multiplicité des couleurs, encore une fois, bien qu'ici moins nombreuses, d'autres parties composantes sont discernées telles que les couleurs primaires, et ainsi de suite. Les complexes se désagrègent en éléments[5], c'est-à-dire en leurs composants ultimes, ce que nous avons été jusqu'ici incapables de subdiviser davantage. La nature de ces éléments n'a pas besoin d'être discutée à présent ; il est possible que de futures investigations l'éclairent. Nous n'avons pas besoin ici d'être troublés par le fait qu'il est plus facile pour le scientifique d'étudier les relations entre les relations de ces éléments que les relations directes entre eux.

3.

L'habitude utile de désigner de tels composés relativement permanents par des noms uniques, et de les appréhender par des pensées uniques, sans se donner la peine chaque fois d'analyser leurs composants, est susceptible d'entrer en conflit étrange avec la tendance à isoler les parties du composant. L'image vague que nous avons d'un complexe

[4] À ne pas prendre au sens métaphysique.

[5] Si ce processus est considéré comme une abstraction, les éléments, comme nous le verrons, n'en perdent rien de leur importance. Cf. la discussion ultérieure des concepts au chapitre 14.

permanent donné, étant une image qui ne change pas sensiblement lorsqu'on enlève l'une ou l'autre des parties composantes, semble être quelque chose qui existe en soi. Dans la mesure où il est possible d'enlever individuellement chaque partie constituante sans détruire la capacité de l'image à représenter la totalité et à être reconnue à nouveau, on imagine qu'il est possible de soustraire *toutes* les parties et d'avoir encore quelque chose. Ainsi naît naturellement la notion philosophique, d'abord impressionnante, mais ensuite reconnue comme monstrueuse, d'une « chose en soi », différente de son « apparence », et inconnaissable.[6]

Chose, corps, matière, ne sont rien en dehors des combinaisons des éléments – des couleurs, des sons, etc. – rien en dehors de leurs soi-disant attributs. Ce problème pseudo-philosophique protéiforme de la chose unique avec ses nombreux attributs, naît tout entier d'une mauvaise interprétation du fait, que la compréhension sommaire et l'analyse précise, bien que toutes deux provisoirement justifiables et profitables à bien des égards, ne peuvent être poursuivies simultanément. Un corps n'est un et immuable que tant qu'il n'est pas nécessaire d'en considérer les détails. Ainsi la Terre et une boule de billard sont toutes deux des sphères, si l'on veut bien négliger toutes les déviations de la forme sphérique, et si une plus grande précision n'est pas nécessaire. Mais quand on est obligé de faire des recherches en orographie ou en microscopie, les deux corps cessent d'être des sphères.

[6] Cf. la polémique de W. Schuppe contre Ueberweg, imprimée dans le livre de Brasch *Welt und Lebensanschauung Ueberwegs* (Le monde et la vision de la vie en cours), Leipzig, 1889 ; F. J. Schmidt, *Das Aergernis der Philosophie: eine Kantstudie* (L'agacement de la philosophie : une étude de Kant), Berlin, 1897.

4.

L'homme est doté par excellence du pouvoir de déterminer volontairement et consciemment son propre point de vue. Il peut à un moment négliger les traits les plus saillants d'un objet, et aussitôt après s'occuper de ses moindres détails. Considérons maintenant un courant stationnaire, sans se soucier de son contenu (qu'il s'agisse de chaleur, d'électricité ou de fluidité), puis mesurons la largeur d'une raie de Fraunhofer dans le spectre lumineux. L'observateur humain peut s'élever à son gré vers les abstractions les plus générales ou s'enfoncer dans les moindres détails. Les animaux possèdent cette capacité à un bien moindre degré. Ils n'adoptent pas un point de vue, mais y sont généralement contraints par leurs impressions sensorielles. Le bébé qui ne connaît pas son père avec son chapeau, le chien qui est perplexe devant le nouveau « pelage »[7] de son maître, ont tous deux succombé à ce conflit de points de vue. Qui n'a pas vécu de genre de situations critiques ? Même le philosophe y succombe parfois, comme le montre le problème grotesque mentionné ci-dessus.

Dans ce dernier cas, les circonstances paraissent fournir un véritable motif de justification. Les couleurs, les sons et les odeurs des corps sont évanescents. Mais leur tangibilité, comme une sorte de noyau constant, difficilement susceptible de s'anéantir, reste en arrière-plan, apparaissant comme le véhicule des propriétés les plus fugitives qui lui sont attachées. L'habitude maintient donc notre pensée solidement attachée à ce noyau central, même lorsque nous avons commencé à reconnaître que voir, entendre, sentir et toucher sont intimement apparentés. Une autre considération est qu'en raison du développement singulièrement étendu de la physique mécanique, une sorte de réalité plus élevée est attribuée au spatial et au temporel

[7] Jeu de mot avec « coat » qui veut dire à la fois manteau et pelage (NDT).

qu'aux couleurs, aux sons et aux odeurs. Agréablement, les liens temporels et spatiaux des couleurs, des sons et des odeurs semblent plus réels que les couleurs, les sons et les odeurs eux-mêmes. La physiologie des sens, cependant, démontre que les espaces et les temps peuvent tout aussi bien être appelés sensations que les couleurs et les sons. Mais nous parlerons de cela plus tard.

5.

Non seulement la relation des corps au moi, mais aussi le moi lui-même, donnent lieu à des pseudo-problèmes similaires, dont le caractère peut être brièvement indiqué comme suit :

Désignons les éléments mentionnés ci-dessous par les lettres *A B C…* [Monde], *K L M…* [Corps], *α β γ…* [Pensée-Ego][8]. Que ces complexes de couleurs, de sons, etc., communément appelés objets[9], soient désignés, pour plus de clarté, par [Monde] ; le complexe, connu sous le nom de notre propre corps, qui fait partie des derniers complexes se distinguant par certaines particularités, peut être appelé [Corps] ; le

[8] Les étiquettes sous la forme de lettres arbitraires, romaines et grecques, pour désigner des concepts ne nous paraissent pas apporter « plus de clarté », mais au contraire demander un effort inutile de mémorisation au lecteur. Nous avons donc fait le choix assumé de remplacer *ABC…* par [Monde], il s'agit du monde extérieur au corps et à la pensée (conscience) ; *KLM…* par [Corps], il s'agit du corps propre, anatomique, sensoriel, du sujet pensant dans le monde ; et *αβγ…* par [Pensée-Ego], il s'agit de la conscience du moi, la conscience égoïque (NDT).

[9] Mach utilise ici le mot « corps », au sens de corps dans l'espace et dans le temps, corps chimiques, etc. appartenant au monde. Comme ce terme peut prêter à confusion avec celui de corps, en tant que corps biologique de l'ego (d'autant qu'en français corps au singulier et corps au pluriel s'écrivent de la même façon), nous avons décidé de désigner, dans ce chapitre, les « corps » dans le monde par le terme d'objets, ce que l'auteur fait d'ailleurs plus loin en parlant « d'objets physiques » (NDT).

complexe composé de volitions, d'images-souvenirs, et le reste, nous le représenterons par [Pensée-Ego]. Habituellement, à présent, le complexe [Pensée-Ego]+[Corps], comme constituant le moi, s'oppose au complexe [Monde], comme constituant le monde des objets physiques. Parfois aussi, [Pensée-Ego] est considéré comme l'ego, et [Corps]+[Monde] comme le monde des objets physiques. Maintenant, à première vue, [Monde] apparaît indépendant de l'ego et opposé à lui en tant qu'existence séparée. Mais cette indépendance n'est que relative et cède à y regarder de plus près. Il est vrai que beaucoup de changement *peut* être produit dans le complexe [Pensée-Ego] sans beaucoup de changements perceptibles induits dans [Monde] ; et *vice versa*. Mais beaucoup de changements dans [Pensée-Ego] passent certainement par des changements dans [Corps] et [Monde] ; et *vice versa*. (Comme, par exemple, quand des idées puissantes éclatent en actes, ou quand notre environnement induit des changements notables dans notre corps.) En même temps, le groupe [Corps] semble être plus intimement lié à [Pensée-Ego] et à [Monde], que ces derniers entre eux ; et leurs relations trouvent leur expression dans la pensée et le discours communs.

Plus précisément, cependant, il apparaît que le groupe [Monde] est toujours codéterminé par [Corps]. Un cube, vu de près, paraît grand ; vu de loin, petit ; son aspect à l'œil droit diffère de son aspect à gauche ; tantôt il paraît double ; avec les yeux fermés, il est invisible. Les propriétés d'un seul et même objet paraissent donc modifiées par notre propre corps ; ils paraissent conditionnés par lui. À présent, où est ce *même* objet, qui paraît si *différent* ? Tout ce que l'on peut dire, c'est qu'avec différents [Corps] différents [Monde] sont associés.[10]

[10] Il y a longtemps (dans le *Vierteljahrsschrift für Psychiatrie*, Leipzig et Neuwied, 1868, art. « Ueber die Abhängigkeit der Netzhautstellen von einander » (De l'interdépendance des aires rétiniennes les unes des autres), j'ai énoncé cette pensée comme

Une façon courante et populaire de penser et de parler consiste à opposer « l'apparence » à la « réalité ». Un crayon tenu devant nous dans les airs est vu par nous comme droit ; plongez-le dans l'eau, et nous le voyons tordu. Dans ce dernier cas, on dit que le crayon *paraît* tordu, mais qu'il est en *réalité* droit. Mais qu'est-ce qui nous justifie de déclarer qu'un fait plutôt qu'un autre est la réalité, et de rabaisser l'autre au niveau de l'apparence ? Dans les deux cas, nous avons affaire à des faits qui nous présentent différentes combinaisons d'éléments, combinaisons qui, dans les deux cas, sont différemment conditionnées. Précisément à cause de son environnement, le crayon trempé dans l'eau est optiquement tordu ; mais il est tactilement et métriquement droit. Une image dans un miroir concave ou plat n'est *que* visible, tandis que dans d'autres circonstances ordinaires, un objet tangible correspond également à l'image visible.

Une surface lumineuse est plus brillante à côté d'une surface sombre qu'à côté d'une surface plus brillante qu'elle-même. Certes, notre attente est trompée lorsque, ne faisant pas assez attention aux conditions, et substituant l'un à l'autre différents cas de la combinaison, nous tombons dans l'erreur naturelle d'attendre ce à quoi nous sommes habitués, bien que le cas puisse être inhabituel. Les faits ne sont pas à

---

suit : L'expression « illusion des sens » prouve que nous ne sommes pas encore pleinement conscients, ou du moins n'avons pas encore jugé nécessaire d'incorporer le fait dans notre langage ordinaire, *que les sens ne représentent les choses ni faussement ni correctement*. Tout ce qu'on peut vraiment dire des organes des sens, c'est que, *dans des circonstances différentes ils produisent des sensations et des perceptions différentes*. Comme ces « circonstances », maintenant, sont de caractère extrêmement varié, étant en partie externes (inhérentes aux objets), en partie internes (inhérentes aux organes sensoriels) et en partie intérieures (ayant leur activité dans les organes centraux), il peut parfois sembler, quand on ne remarque que les circonstances extérieures, que c'est comme si l'organe agissait différemment dans les mêmes conditions. Et il est alors d'usage d'appeler les effets insolites, tromperies ou illusions.

blâmer pour cela. Dans ces cas, parler « d'apparence » peut avoir un sens pratique, mais ne peut pas avoir un sens scientifique. De même, la question souvent posée, si le monde est réel ou si nous le rêvons, est dénuée de tout sens scientifique. Même le rêve le plus fou est un fait autant que n'importe quel autre. Si nos rêves étaient plus réguliers, plus connectés, plus stables, ils auraient aussi plus d'importance pratique pour nous. Dans nos heures de veille, les relations des éléments entre eux sont immensément amplifiées par rapport à ce qu'elles sont dans nos rêves. Nous reconnaissons le rêve pour ce qu'il est. Lorsque le processus s'inverse, le champ de la vision psychique se rétrécit ; le contraste manque presque entièrement. Là où il n'y a pas de contraste, la distinction entre rêve et veille, entre apparence et réalité, est tout à fait inutile et sans valeur.

La notion populaire d'une antithèse entre l'apparence et la réalité a exercé une influence très puissante sur la pensée scientifique et philosophique. On le voit, par exemple, dans la fiction prégnante et poétique de Platon sur la Caverne, où, le dos tourné au feu, on n'observe que les ombres de ce qui passe (*République*, VII. I). Mais cette conception n'a pas été pensée jusqu'à ses dernières conséquences, de sorte qu'elle a eu une fâcheuse influence sur nos idées sur l'univers. L'univers, dont pourtant nous faisons partie, s'est complètement séparé de nous, et s'est éloigné à une distance infinie. De même, bien des jeunes gens, entendant pour la première fois parler de la réfraction de la lumière stellaire, ont pensé que l'ensemble de l'astronomie était mis en doute, alors qu'il ne fallait qu'une correction facile et sans importance pour tout remettre en ordre.

6.

Nous voyons un objet ayant un point *S*. Si nous touchons *S*, c'est-à-dire le ramenons à notre corps, nous recevons une piqûre. On peut voir *S*, sans sentir la piqûre. Mais dès qu'on sent la piqûre on trouve *S* sur la peau. Le point visible est

donc un noyau permanent, auquel la piqûre est annexée, selon les circonstances, comme quelque chose d'accidentel. À cause de la fréquence des occurrences analogues, nous nous habituons finalement à considérer toutes les propriétés des objets comme des « effets » provenant de noyaux permanents et transmis au moi par l'intermédiaire du corps ; lesquels effets nous appelons sensations. Par cette opération, cependant, ces noyaux sont privés de tout leur contenu sensoriel et convertis en simples symboles mentaux. L'affirmation est donc correcte que le monde se compose uniquement de nos sensations. Dans ce cas, nous n'avons connaissance *que* des sensations, et l'hypothèse des noyaux visés, ou d'une action réciproque entre eux, d'où procèdent les sensations, s'avère tout à fait oiseuse et superflue. Une telle vision ne peut convenir qu'à un réalisme en demi-teinte ou à un criticisme philosophique en demi-teinte.

7.

Ordinairement, le complexe [Pensée-Ego]+[Corps] s'oppose comme ego au complexe [Monde]. Au début, seuls ces éléments de [Monde] qui modifient plus fortement [Pensée-Ego], comme une piqûre, une douleur, sont habituellement pensés comme compris dans le moi. Mais ensuite, à travers des observations du genre de celles que nous venons d'évoquer, il apparaît que le droit d'annexer [Monde] au moi ne cesse nulle part. Conformément à cette conception, l'ego peut s'étendre jusqu'à embrasser finalement le monde entier[11]. L'ego n'est pas clairement délimité, ses limites sont

[11] Quand je dis que la table, l'arbre, etc., sont mes sensations, l'énoncé, par contraste avec le mode de représentation de l'homme ordinaire, implique une véritable extension de mon moi. Du côté émotionnel aussi, de telles extensions se produisent, comme dans le cas du virtuose, qui possède une maîtrise aussi parfaite de son instrument que de son propre corps ; ou dans le cas de l'orateur habile, sur lequel les yeux de l'assistance sont tous convergés, et qui

très indéfinies et arbitrairement déplaçables. C'est seulement en échouant à observer ce fait, et en resserrant inconsciemment ces limites, tout en les élargissant en même temps, que naissent, dans le conflit des points de vue, les difficultés métaphysiques rencontrées à cet égard.

Dès qu'on s'est aperçu que les supposées unités « corps » et « ego » ne sont que des pis-aller, destinés à une orientation provisoire et à des fins pratiques déterminées (pour s'emparer des objets, se protéger de la douleur, etc.), nous nous trouvons obligés, dans de nombreuses investigations scientifiques plus poussées, à les abandonner comme insuffisantes et inappropriées. L'antithèse entre moi et monde, entre sensation (apparence) et chose, s'évanouit alors, et nous n'avons plus qu'à nous occuper de la connexion des éléments [Pensée-Ego]+[Monde]+[Corps], dont cette antithèse n'était qu'une expression partiellement appropriée et imparfaite. Cette connexion n'est ni plus ni moins que la combinaison des éléments susmentionnés avec d'autres éléments similaires (le temps et l'espace). La science n'a qu'à accepter cette connexion et à s'y orienter, sans vouloir d'emblée en expliquer l'existence.

À partir d'un examen superficiel le complexe [Pensée-Ego] semble constitué d'éléments beaucoup plus évanescents que [Monde] et [Corps], dans ce dernier les éléments semblant être liés avec une plus grande stabilité et d'une manière plus permanente (étant joints à des noyaux solides pour ainsi dire). Bien qu'en y regardant de plus près, les éléments de tous les complexes s'avèrent homogènes, même lorsque cela a été reconnu, la notion antérieure d'une antithèse du corps et de l'esprit se glisse facilement à nouveau. Le spiritualiste philosophe est souvent sensible à la difficulté de conférer la

---

contrôle les pensées de tous ; ou dans celui de l'homme politique habile qui dirige habilement son parti ; etc. Dans des conditions de dépression, d'autre part, comme celles que les personnes nerveuses endurent souvent, l'ego se contracte et se rétrécit. Un mur semble le séparer du monde.

solidité nécessaire à son monde d'objets créé par l'esprit ; le matérialiste est démuni lorsqu'il s'agit de doter de sensations le monde de la matière. Le point de vue moniste[12], dont la réflexion a évolué, est facilement obscurci par nos notions instinctives plus anciennes et plus puissantes.

8.

La difficulté évoquée se fait particulièrement sentir lorsqu'on considère le cas suivant. Dans le complexe [Monde], que nous avons appelé le monde de la matière, nous trouvons comme parties, non seulement notre propre corps [Corps], mais aussi les corps d'autres personnes (ou animaux) [Corps'], [Corps''], auquel, par analogie, on imagine d'autres [Pensée-Ego'], [Pensée-Ego''], annexé, semblable au [Pensée-Ego]. Tant qu'il s'agit de [Corps'], nous nous trouvons dans une province tout à fait familière qui est sur tous les points accessibles à nos sens. Cependant, lorsque nous recherchons les sensations ou sentiments appartenant au corps [Corps'], nous ne les trouvons plus dans le domaine des sens : nous les ajoutons dans la pensée. Non seulement le domaine dans lequel nous entrons maintenant nous est beaucoup moins familier, mais la transition vers celui-ci est aussi relativement peu sûre. Nous avons le sentiment de plonger dans un abîme[13]. Les

[12] Le monisme est la position philosophique qui affirme l'unité indivisible de l'être. Dans son expression moderne, il soutient l'unicité de la substance qui compose l'univers. L'unité fondamentale du cosmos ou de l'univers y rend la matière et l'esprit indissociables. Wikipédia : *https://bit.ly/3vOblt6* (NDT).

[13] Quand j'arrivai pour la première fois de la campagne à Vienne, alors que j'étais un garçon de quatre ou cinq ans, et que mon père m'emmena sur les murs de fortifications de la ville, je fus très surpris de voir des gens en bas dans les douves, et je ne pouvais pas comprendre comment, de mon point de vue, ils avaient pu en arriver là ; car la pensée d'une autre voie pour descendre ne m'est jamais venue. J'ai remarqué le même étonnement, une autre fois, dans le cas d'un garçon de trois ans, que je connaissais, alors que

personnes qui n'adoptent que cette façon de penser ne se débarrasseront jamais complètement de ce sentiment d'insécurité, qui est une source très fertile de problèmes illusoires.

Mais nous ne sommes pas limités à cette voie. Considérons d'abord les relations réciproques des éléments du complexe [Monde], sans prendre en compte [Corps] (notre corps). Toutes les investigations physiques sont de ce genre. Une boule blanche tombe sur une cloche ; un son se fait entendre. La boule devient jaune devant une lampe au sodium, rouge devant une lampe au lithium. Ici les éléments [Monde] paraissent liés uniquement entre eux et indépendants de notre corps [Corps]. Mais si on prend de la santonine[14], la balle redevient jaune. Si nous pressons un œil sur le côté, nous voyons deux balles. Si nous fermons complètement les yeux, il n'y a pas de balle du tout. Si nous sectionnons le nerf auditif, aucun son n'est entendu. Les éléments [Monde], par conséquent, ne sont pas seulement liés les uns aux autres, mais aussi avec [Corps]. Dans cette mesure, et dans cette mesure *seulement*, nous appellerons [Monde] *sensations* et nous considérerons [Monde] comme appartenant à l'ego.

Dans ce qui suit, partout où le lecteur trouvera les termes « Sensation », « Complexe-sensation », employés à côté ou à la

---

nous marchions sur les remparts de Prague. Je me rappelle ce sentiment chaque fois que je me mets à réfléchir à mon texte, et j'avoue franchement que cette expérience accidentelle m'a aidé à confirmer mon opinion sur ce point, opinion que j'ai depuis longtemps soutenue. Notre habitude de suivre toujours le même chemin, que ce soit matériellement ou psychiquement, tend à brouiller grandement notre champ d'investigation. Un enfant, face au percement du mur d'une maison dans laquelle il a longtemps habité, peut éprouver un véritable élargissement de sa vision du monde et, de la même manière, une légère allusion scientifique peut souvent apporter une grande illumination.

[14] La prise d'un médicament à base de santonine (destiné à éliminer les vers intestinaux) peut avoir comme effet secondaire la vision en jaune. Wikipédia : *https://bit.ly/3KTqYDK* (NDT).

place des expressions « élément », « complexe d'éléments », il ne faudra pas oublier que c'est *seulement* dans la connexion et la relation en question, *seulement* dans leur dépendance fonctionnelle, que les éléments sont des sensations. Dans une autre relation fonctionnelle, ils sont en même temps des objets physiques. Nous utilisons le terme additionnel « sensations » seulement pour décrire les éléments, parce que la plupart des gens connaissent beaucoup plus les éléments en question *en tant que* sensations (couleurs, sons, pressions, espaces, temps, etc.), alors que selon la conception populaire ce sont des particules de masse qui sont considérées comme des éléments physiques, lesquels éléments, au sens ici utilisé, sont attachés en tant que « propriétés » ou « effets »[15].

De cette façon, en conséquence, nous ne trouvons pas l'écart entre les objets et les sensations décrites ci-dessus, entre ce qui est à l'extérieur et ce qui est à l'intérieur, entre le monde matériel et le monde spirituel[16]. Tous les éléments [Monde], [Corps], ne constituent qu'une seule masse cohérente, dans laquelle, lorsqu'un élément quelconque est perturbé, tout est mis en mouvement ; sauf qu'une perturbation dans [Corps] a une action plus étendue et plus profonde que celle dans [Monde]. Un aimant dans notre voisinage perturbe les particules de fer à proximité ; un rocher qui tombe ébranle la terre, mais la rupture d'un nerf met en mouvement tout le système des éléments. Tout à fait

[15] On trouvera dans mon *Erkenntnis und Irrtum*, Leipzig, 1905 (2e édition, Leipzig, 1906) un traitement de ce point fondamental, identique pour l'essentiel, mais exprimé sous une forme qui sera peut-être plus acceptable pour les savants.

[16] Comparez avec mes *Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen* (Principes de la théorie des sensations de mouvement), Leipzig, Engelmann, 1875, p. 54. Là, pour la première fois, j'exprimai mon point de vue brièvement, mais définitivement, en ces termes : « L'apparence peut être subdivisée en éléments que nous appelons sensations, dans la mesure où ils sont liés à certains processus de notre corps et peuvent être considérés comme conditionnés par ces processus. »

involontairement, cette relation des choses suggère l'image d'une masse visqueuse, à certains endroits (comme dans le moi) plus solidement cohérente que chez les autres. J'ai souvent utilisé cette image dans des conférences.

9.

Ainsi le grand gouffre entre la recherche physique et la recherche psychologique ne persiste que lorsque nous acquiesçons à nos conceptions stéréotypées habituelles. Une couleur est un objet physique dès qu'on considère sa dépendance, par exemple, à sa source lumineuse, à d'autres couleurs, à des températures, à des espaces, etc. Mais si l'on considère sa dépendance vis-à-vis de la rétine (les éléments [Corps]), c'est un objet psychologique, une sensation. Ce n'est pas la matière-sujet, mais la direction de notre investigation, qui est différente dans les deux domaines. (cf. aussi Chapitre 2, pp. 51-2.)

À la fois pour raisonner à partir de l'observation des corps d'autres hommes ou d'animaux, jusqu'aux sensations qu'ils possèdent, aussi bien que pour rechercher l'influence de notre propre corps sur nos propres sensations, nous devons compléter les faits observés par analogie. Cela s'accomplit avec beaucoup plus de facilité et de certitude lorsqu'il ne s'agit, par exemple, que de processus nerveux, qui ne peuvent pas être entièrement observés dans notre propre corps – c'est-à-dire lorsqu'ils sont exécutés dans le domaine physique plus familier – que lorsqu'ils sont étendus au domaine psychique, aux sensations et aux pensées d'autrui. Sinon, il n'y a pas de différence essentielle.

10.

Les considérations qui viennent d'être avancées, exprimées comme elles l'ont été sous une forme abstraite, gagneront en force et en vivacité si l'on considère les faits concrets dont elles découlent. Ainsi, je m'allonge sur mon canapé. Si je

ferme mon œil droit, l'image représentée dans la coupe ci-après est présentée à mon œil gauche. Dans un cadre formé par l'arête de mon sourcil, par mon nez et par ma moustache, apparaît une partie de mon corps, pour autant visible, avec son environnement[17].

Mon corps diffère des autres corps humains – outre le fait que toute idée motrice intense s'exprime immédiatement par un mouvement de celui-ci, et que, s'il est touché, des changements plus frappants sont produits que si d'autres corps sont touchés – par la circonstance, qu'on ne le voit que par morceaux, et, surtout, qu'on le voit sans tête. Si j'observe un élément *A* dans mon champ de vision et que je recherche sa connexion avec un autre élément *B* dans le même champ, je sors du domaine de la physique, pour entrer dans celui de la physiologie ou de la psychologie, à condition que *B* passe à travers ma peau, pour utiliser l'expression pertinente qu'un de mes amis[18] a faite en voyant ce dessin. Des réflexions comme celle du champ visuel peuvent être faites à propos du domaine du toucher et des domaines perceptifs des autres sens[19].

---

[17] Une discussion sur le champ de vision binoculaire, avec ses caractéristiques stéréoscopiques particulières, est omise ici, car bien que familier à tous, il n'est pas aussi facile à décrire et ne peut être représenté par un seul dessin plan.

[18] J. Popper de Vienne.

[19] C'est vers 1870 que l'idée de ce dessin m'a été suggérée par un hasard amusant. Un certain Monsieur L., mort depuis longtemps, dont les nombreuses excentricités étaient rachetées par son caractère vraiment aimable, m'obligea à lire l'un des écrits de C. F. Krause, dans lequel se trouve ce qui suit :

> « Problème : Procéder à l'auto-inspection de l'Ego.
>
> Solution : Elle est effectuée immédiatement. »

Afin d'illustrer d'une manière humoristique ce « beaucoup de bruit pour rien » philosophique et en même temps de montrer comment l'auto-inspection de l'Ego pouvait être réellement « effectuée », j'ai entrepris le dessin ci-après (Fig. 1). La société de M. L. m'a été très instructive et stimulante, par la naïveté avec laquelle il a énoncé des

Fig. 1.

notions philosophiques susceptibles d'être soigneusement passées sous silence ou plongées dans l'obscurité.

11.

Il a déjà été fait référence au caractère différent des groupes d'éléments désignés par [Monde] et [Pensée-Ego]. En effet, lorsque nous voyons devant nous un arbre vert, ou que nous nous souvenons d'un arbre vert, c'est-à-dire que nous nous représentons un arbre vert, nous sommes parfaitement conscients de la différence des deux cas. L'arbre représenté a une forme beaucoup moins déterminée, beaucoup plus changeante ; son vert est beaucoup plus pâle et plus évanescent ; et, ce qui est particulièrement remarquable, il apparaît clairement dans un domaine différent. Un mouvement que l'on veut exécuter n'est jamais qu'un mouvement représenté et apparaît dans un domaine différent de celui du mouvement exécuté, qui a toujours lieu lorsque l'image est assez vive.

Maintenant, la déclaration que les éléments A et α apparaissent dans des domaines différents, signifie, si nous allons au fond de cette analyse, simplement ceci, que ces éléments sont unis à différents autres éléments. Jusqu'ici, donc, les constituants fondamentaux de [Monde] et de [Pensée-Ego] semblerait être *les mêmes* (couleurs, sons, espaces, temps, sensations motrices…), et seul le caractère de leur connexion serait différent.

Ordinairement, le plaisir et la douleur sont considérés comme différents en tant que sensations. Pourtant, non seulement les sensations tactiles, mais toutes les autres sortes de sensations, peuvent passer graduellement du plaisir à la douleur. Le plaisir et la douleur peuvent aussi être appelés à juste titre des sensations. Seulement elles ne sont pas aussi bien analysées et aussi familières, ni peut-être limitées à aussi peu d'organes que les sensations communes. En effet, les sensations de plaisir et de douleur, si faibles soient-elles, constituent en réalité une partie essentielle du contenu de toutes les soi-disant émotions. Tout élément supplémentaire qui émerge dans la conscience, lorsque nous sommes sous l'influence d'émotions, peut être décrit comme

des sensations plus ou moins diffuses et non nettement localisées.

William James[20] et après lui Théodule Ribot[21] ont étudié le mécanisme physiologique des émotions : ils soutiennent que ce qui est essentiel, ce sont les tendances intentionnelles du corps à l'action – tendances qui correspondent aux circonstances et qui s'expriment dans l'organisme. Seule une partie de celles-ci émerge dans la conscience. Nous sommes tristes parce que nous versons des larmes, et non *l'inverse*, dit James. Et Ribot observe justement qu'une cause de l'état suranné de notre connaissance des émotions, est que nous avons toujours limité notre observation à la plupart de ces processus physiologiques qui émergent dans la conscience. En même temps, il va trop loin lorsqu'il soutient que tout ce qui est psychique n'est que « surajouté »[22] au physique, et que c'est seulement le physique qui produit des effets. Pour nous, cette distinction est inexistante.

Ainsi, les perceptions, les représentations, les volitions et les émotions, bref tout le monde intérieur et extérieur, sont assemblées, dans des combinaisons plus ou moins évanescentes et permanentes, à partir d'un petit nombre d'éléments homogènes. Habituellement, ces éléments sont appelés sensations. Mais comme les vestiges d'une théorie unilatérale sont inhérents à ce terme, nous préférons parler simplement d'éléments, comme nous l'avons déjà fait. Le but de toute recherche est de connaître le mode de connexion de ces éléments[23]. S'il s'avère impossible de résoudre le problème

[20] W. James, *Psychology*, New York, 1890, II., p. 442.

[21] Th. Ribot, *La psychologie des sentiments*, 1896. (Traduction anglaise, *The Psychology of the Emotions*, 1897.)

[22] En français dans le texte (NDT).

[23] Comparer la note à la fin de mon traité, *Die Geschichte und die Wurzel des Satzes der Erhaltung der Arbeit* (Histoire et fondements du principe de conservation de l'énergie), Prague, Calve, 1872. En anglais, traduit et annoté par P. E. B. Jourdain, Chicago, Open Court Publishing Co., 1911.)

en supposant *un* ensemble de ces éléments, il faudra alors en supposer plus d'un. Mais pour les questions en discussion, il serait inapproprié de commencer par faire des hypothèses compliquées à l'avance.

12.

On a déjà remarqué que dans ce complexe d'éléments, qui au fond n'en est qu'un, les limites des corps et du moi ne peuvent être établies d'une manière définie et suffisante dans tous les cas. Réunir les éléments les plus intimement liés au plaisir et à la douleur en une unité mental-économique[24] idéale, l'ego, est une tâche de la plus haute importance pour l'intellect travaillant au service de la volonté qui évite la douleur et qui recherche le plaisir. La délimitation du moi s'opère donc instinctivement, se familiarise et se fixe éventuellement par l'hérédité. En raison de leur haute importance pratique, non seulement pour l'individu, mais pour l'espèce tout entière, les composés « ego » et « corps » font instinctivement valoir leurs prétentions et s'affirment avec une force élémentaire. Dans des cas particuliers, cependant, où il ne s'agit pas de fins pratiques, mais où la connaissance est une fin en soi, la délimitation en question peut s'avérer insuffisante, obstructive et insoutenable[25].

---

[24] « Économique » doit ici être compris comme un critère épistémologique, au sens d'aller au plus simple, avec le moins d'hypothèses, dans la démarche scientifique (NDT).

[25] De même, la conscience de classe, les préjugés de classe, le sentiment de nationalité et même le patriotisme local le plus borné peuvent avoir une grande importance pour certains objectifs. Mais de telles attitudes ne seront pas partagées par le chercheur à l'esprit large, du moins pas dans les moments de recherche. Toutes ces vues égoïstes ne conviennent qu'à des fins pratiques. Bien sûr, même l'investigateur peut succomber à l'habitude. Pédanteries futiles et discussions absurdes ; l'appropriation rusée de la pensée d'autrui, avec un silence perfide sur les sources ; quand le mot de la reconnaissance doit être donné, la difficulté à avaler sa défaite, et

Le fait premier n'est pas l'ego, mais les éléments (les sensations). Ce qui a été dit p. 30 quant au terme « sensation » doit être gardé à l'esprit. Les éléments constituent le JE. *JE* a la sensation du vert, signifie que l'élément vert apparaît dans un complexe donné d'autres éléments (sensations, souvenirs). Quand *JE* cesse d'avoir la sensation verte, quand *JE* meurt, alors les éléments ne se produisent plus dans l'association ordinaire et familière. C'est tout. Seule une unité mentale-économique idéale, et non une unité réelle, a cessé d'exister.

L'ego n'est pas une unité définie, inaltérable, nettement délimitée. Aucun de ces attributs n'est important ; car tous varient même dans la sphère de la vie individuelle ; en fait leur altération est même recherchée par l'individu. Seule la *continuité* est importante. Cette opinion s'accorde admirablement avec la position à laquelle Weismann est arrivé par ses recherches biologiques. (« Zur Frage der Unsterblichkeit der Einzelligen » (Sur la question de l'immortalité des organismes unicellulaires), *Biolog. Centralbl.*, Vol. IV., Nos. 21, 22 ; comparez surtout les pages 654 et 655, où l'on parle de la scission de l'individu en deux moitiés égales.)

Mais la continuité n'est qu'un moyen de préparer et de conserver ce qui est contenu dans le moi. Ce contenu, et non l'ego, est la chose principale. Ce contenu, cependant, n'est pas limité à l'individu. À l'exception de quelques souvenirs personnels insignifiants et sans valeur, ce contenu reste conservé dans d'autres même après la mort de l'individu. Les éléments qui composent la conscience d'un individu donné sont étroitement liés les uns aux autres, mais avec ceux d'un

---

l'empressement trop commun à mettre en même temps l'exploit de l'adversaire sous un faux jour : tout cela montre abondamment que le scientifique et l'universitaire ont aussi à mener la bataille pour l'existence, que les voies mêmes de la science mènent encore à la bouche, et que l'élan pur vers la connaissance est encore un idéal dans nos conditions sociales actuelles.

autre individu, ils ne sont que faiblement liés, et la connexion n'est qu'occasionnellement apparente. Cependant, les contenus de conscience qui ont une signification universelle franchissent ces limites de l'individu et, attachés bien sûr à nouveau aux individus, peuvent jouir d'une existence continue d'un type impersonnel, d'un genre supra-personnel, indépendamment de la personnalité au moyen de laquelle ils ont été développés. Y contribuer est le plus grand bonheur de l'artiste, du savant, de l'inventeur, du réformateur social, etc.

L'ego doit être abandonné. C'est en partie la perception de ce fait, en partie la peur de celui-ci, qui a donné lieu aux nombreuses extravagances du pessimisme et de l'optimisme, et à de nombreuses absurdités religieuses, ascétiques et philosophiques. À la longue, nous ne pourrons pas fermer les yeux sur cette simple vérité, qui est le résultat immédiat de l'analyse psychologique. Nous n'accorderons alors plus une si haute valeur à l'ego, qui, même au cours de la vie individuelle, change considérablement, et qui, dans le sommeil ou pendant l'absorption dans une idée, juste dans nos moments les plus heureux, peut être partiellement ou totalement absent. Nous serons alors disposés à renoncer à l'immortalité individuelle[26], et à ne pas accorder plus de prix aux éléments subsidiaires qu'aux principaux. De cette façon, nous arriverons à une vision plus libre et plus éclairée de la vie, qui empêchera le mépris des autres ego et la surestimation du nôtre. L'idéal éthique fondé sur cette conception de la vie sera également éloigné de l'idéal de l'ascète, qui n'est biologiquement pas tenable pour celui qui le pratique et s'évanouit aussitôt avec sa disparition, et de l'idéal d'un trop nietzschéen « surhomme », qui ne peut pas, et j'espère ne sera pas toléré par ses semblables[27].

[26] En voulant conserver nos souvenirs personnels au-delà de la mort, nous nous comportons comme l'astucieux Esquimau, qui a refusé avec des remerciements le don de l'immortalité sans ses phoques et ses morses.

[27] Quelle que soit la distance qui sépare la compréhension théorique

Si la connaissance de la connexion des éléments (sensations) ne nous suffit pas, et que nous demandions : *Qui* possède cette connexion de sensations, *Qui* en fait l'expérience ? Alors, c'est que nous avons succombé à la vieille habitude de subsumer chaque élément (toute sensation) sous un complexe non analysé, et nous retombons insensiblement sur un point de vue plus ancien, inférieur et plus limité. On fait souvent remarquer qu'une expérience psychique qui n'est pas l'expérience d'un sujet déterminé est impensable, et l'on soutient qu'ainsi le rôle essentiel joué par l'unité de la conscience a été démontré. Mais la conscience du Moi peut être à de nombreux degrés différents et composée d'une multiplicité de souvenirs aléatoires. Autant dire qu'un processus physique qui ne se déroule pas dans tel ou tel environnement, ou du moins quelque part dans l'univers, est impensable. Dans les deux cas, pour commencer notre enquête, nous devons être autorisés à faire abstraction de l'environnement, qui, quant à son influence, peut être très différent dans différents cas, et dans des cas particuliers peut se réduire au minimum. Considérez les sensations des animaux inférieurs, auxquelles on peut difficilement attribuer un sujet aux traits définis. C'est à partir de sensations que le sujet se construit, et, une fois construit, sans doute le sujet réagit à son tour sur les sensations.

L'habitude de traiter le complexe du Moi non analysé comme d'une unité indiscernable, prend fréquemment dans la science des formes remarquables. Premièrement, le système nerveux est séparé du corps en tant que siège des sensations. Dans le système nerveux encore, on choisit le cerveau comme l'organe le mieux adapté à cette fin, et enfin, pour sauver l'unité psychique supposée, on cherche dans le cerveau un point comme siège de l'âme. Mais des conceptions aussi grossières ne sont guère propres à pouvoir préfigurer même les grandes lignes de ce que la recherche future fera

---

de la conduite pratique, cette dernière ne peut à la longue résister à la première.

pour la connexion du physique et du psychique. Le fait que les différents organes et parties du système nerveux sont physiquement connectés les uns aux autres et peuvent être facilement excités les uns par les autres, est probablement à la base de la notion d'« unité psychique ».

J'ai entendu une fois la question sérieusement débattue : « Comment la perception d'un grand arbre peut-elle trouver place dans la petite tête d'un homme ? » Maintenant, bien que ce « problème » ne soit pas un problème, il nous rend néanmoins vivement conscients de l'absurdité qui peut être commise en concevant les sensations spatialement dans le cerveau. Quand je parle des sensations d'une autre personne, ces sensations ne se manifestent bien sûr pas dans mon espace optique ou physique ; elles s'ajoutent mentalement, et je les conçois causalement, non spatialement, attachées au cerveau observé, ou plutôt, fonctionnellement présentées. Quand je parle de mes propres sensations, ces sensations n'existent pas spatialement dans ma tête, mais plutôt ma « tête » partage avec elles le même champ spatial, comme expliqué plus haut. (Comparez les remarques à propos de la Fig. I aux pp. 27-29 ci-dessus.)[28]

[28] Dès les écrits de Johannes Müller, on retrouve déjà une tendance à des vues de ce genre, bien que son penchant métaphysique l'empêche de les mener à leur conclusion logique. Mais Hering (*Hermann's Handbuch der Physiologie*, Vol. III., p. 345) nous donne l'énoncé caractéristique suivant : « La matière dont se composent les objets visuels est constituée par les sensations visuelles. Le soleil couchant, en tant qu'objet visuel, est un disque, circulaire et plat, qui consiste en une couleur rouge jaunâtre, c'est-à-dire en une sensation visuelle. On peut donc le décrire directement comme une sensation circulaire, rouge jaunâtre. Cette sensation que nous avons à l'endroit même où le soleil nous apparaît. » Je dois avouer qu'en ce qui concerne les expériences que j'ai eu l'occasion de faire en discutant, la plupart des gens, qui n'ont pas abordé de près ces questions par une réflexion sérieuse, déclareront que cette façon de voir la question n'est qu'un simple ergotage. Bien sûr, ce qui est principalement responsable de leur indignation, c'est la confusion

L'unité de la conscience n'est pas un argument en la matière. Puisque l'antithèse apparente entre le monde réel et le monde donné par les sens réside entièrement dans notre mode de vue, et qu'il n'existe aucun fossé réel entre eux, un contenu de conscience compliqué et diversement interconnecté n'est pas plus difficile à comprendre que ne l'est l'interconnexion compliquée du monde.

Si nous considérons l'ego comme une unité réelle, nous nous retrouvons dans le dilemme suivant : soit il faut opposer à l'ego un monde d'entités inconnaissables (ce qui serait tout à fait futile et sans but), soit il faut considérer le monde entier, y compris les ego des autres, compris dans notre propre ego (une proposition à laquelle il est difficile de donner un assentiment sérieux).[29]

Mais si nous considérons le moi simplement comme une unité pratique, rassemblée à des fins d'étude provisoire, ou comme un groupe d'éléments plus fortement cohérents,

---

commune entre espace sensible et espace conceptuel. Mais quiconque prend position comme moi sur la fonction *économique* de la science, selon laquelle rien n'est important sauf ce qui peut être observé ou est une donnée pour nous, et que tout ce qui est hypothétique, métaphysique et superflu, doit être éliminé, doit arriver à la même conclusion. Je pense qu'un point de vue similaire doit être attribué à Avenarius, car dans son *Der menschliche Weltbegriff* (La conception humaine du monde), p. 76, les énoncés suivants apparaissent : « Le cerveau n'est pas la demeure, le siège ou le producteur de la pensée ; ce n'est pas l'instrument ou l'organe, ce n'est pas le véhicule ou le substrat, etc., de la pensée. » « La pensée n'est pas un habitant ou un donneur d'ordres, ce n'est pas une seconde moitié ou un aspect, etc. produit ; ce n'est même pas une fonction physiologique du cerveau, ni un état du cerveau du tout. » Je ne peux ni ne veux souscrire à tout ce que dit Avenarius ni à aucune interprétation de ce qu'il dit, mais sa conception me semble néanmoins se rapprocher de très près de la mienne. La méthode qu'il appelle « l'exclusion de l'introjection », n'est qu'une forme particulière de l'élimination de la métaphysique.

[29] Il s'agit du solipsisme (NDT).

moins fortement liés à d'autres groupes de ce genre, des questions comme celles discutées ci-dessus ne se poseront pas, et la recherche aura un avenir sans entraves.

Dans ses notes philosophiques, Lichtenberg dit : « Nous prenons conscience de certaines représentations qui ne dépendent pas de nous ; d'autres que nous pensons au moins dépendre de nous. Où est la frontière ? Nous ne connaissons que l'existence de nos sensations, représentations et pensées. Nous devrions dire, *Ça pense*, tout comme nous disons, *Ça éclaire*. C'est aller trop loin que de dire *cogito*, si on traduit *cogito* par *je pense*. L'hypothèse, ou la postulation, de l'ego est une simple nécessité pratique. » Bien que la méthode par laquelle Lichtenberg est arrivé à ce résultat soit quelque peu différente de la nôtre, nous devons néanmoins donner notre plein assentiment à sa conclusion.

13.

Les objets ne produisent pas de sensations, mais des complexes d'éléments (complexes de sensations) constituent les objets. Si, pour le physicien, les objets apparaissent comme des existences réelles et permanentes, tandis que les « éléments » sont considérés simplement comme leur apparence évanescente et transitoire, le physicien oublie, dans l'hypothèse d'une telle conception, que tous les objets ne sont que des symboles de pensée pour désigner des complexes d'éléments (des complexes de sensations). Ici aussi, les éléments en question forment le fondement réel, immédiat et ultime, qu'il appartient à la recherche physiologico-physique d'explorer. Par la reconnaissance de ce fait, de nombreux points de physiologie et de physique prennent des formes plus distinctes et plus économiques, et de nombreux problèmes fallacieux sont éliminés.

Pour nous donc, le monde n'est pas constitué d'entités mystérieuses qui, par leur interaction avec une autre entité tout aussi mystérieuse, l'ego, produisent des sensations, seules accessibles. Pour nous, les couleurs, les sons, les

espaces, les temps, … sont provisoirement les éléments ultimes, dont il nous appartient d'étudier la connexion donnée[30]. C'est précisément en cela que consiste l'exploration

[30] J'ai toujours ressenti comme un coup de chance spécial, que tôt dans la vie, vers l'âge de quinze ans, j'ai découvert, dans la bibliothèque de mon père, un exemplaire des *Prolégomènes à toute Métaphysique future*, de Kant. Le livre produisit alors sur moi une impression puissante et ineffaçable, que je n'éprouvai plus jamais par la suite dans aucune de mes lectures philosophiques. Quelque deux ou trois ans plus tard, le superflu du rôle joué par « la chose en soi » m'apparut brusquement. Par une belle journée d'été en plein air, le monde avec mon ego m'apparut soudain comme *une* masse cohérente de sensations, seulement plus fortement cohérentes dans l'ego. Bien que l'élaboration réelle de cette pensée n'ait eu lieu qu'à une période ultérieure, ce moment a néanmoins été décisif pour toute ma vision. J'ai dû encore lutter longtemps et durement avant d'être capable de retenir la nouvelle conception dans mon sujet spécial. Avec les parties précieuses des théories physiques, nous absorbons nécessairement une bonne dose de fausse métaphysique, qu'il est très difficile de démêler de ce qui mérite d'être conservé, surtout lorsque ces théories nous sont devenues très familières. Parfois aussi, les points de vue traditionnels et instinctifs surgissaient avec une grande puissance et mettaient des obstacles sur mon chemin. Ce n'est que par des études alternées de physique et de physiologie des sens, et par des investigations historico-physiques (depuis 1863 environ), et après avoir tenté en vain de trancher le conflit par une monadologie physico-psychologique (dans mes cours de psycho-physique, dans le *Zeitschrift für praktische Heilkunde*, Vienne, 1863, p. 364), que j'ai atteint une stabilité considérable dans mes vues. Je ne prétends pas au titre de philosophe. Je ne cherche qu'à adopter en physique un point de vue qui n'a pas à être changé dès que notre regard est porté dans le domaine d'une autre science ; car, en fin de compte, tout doit former un tout. La physique moléculaire d'aujourd'hui ne répond certainement pas à cette exigence. Ce que je dis, je n'ai probablement pas été le *premier* à le dire. Je ne souhaite pas non plus offrir cette exposition comme une réalisation spéciale. C'est plutôt ma conviction que tout un chacun, qui entreprend une étude minutieuse de tout corpus de connaissances étendu, sera amené à

de la réalité. Dans cette recherche, nous ne devons pas nous laisser entraver par des raccourcis et des délimitations tels que le corps, l'ego, la matière, l'esprit, etc., qui ont été formés à des fins spéciales et pratiques et avec des fins entièrement provisoires et limitées en vue. Au contraire, les formes de pensée les plus appropriées doivent être créées dans et par cette recherche elle-même, comme cela se fait dans toute science spéciale. À la place des modes de pensée traditionnels et instinctifs, une vision plus libre, plus fraîche, conforme à l'expérience développée et allant au-delà des exigences de la vie pratique, doit être partout substituée.

14.

La science a toujours son origine dans l'adaptation de la pensée à un domaine défini d'expérience. Les résultats de l'adaptation sont des éléments de pensée capables de représenter l'ensemble du domaine. Le résultat, bien sûr, est

---

une vue similaire. Avenarius, dont j'ai pris connaissance en 1883, se rapproche de mon point de vue (*Philosophie als Denken der Welt nach dem Princip des kleinsten Kraftmasses*, 1876). Aussi Hering, dans son article sur la *Mémoire* (*Almanach der Wiener Akademie*, 1870, p. 258 ; traduction anglaise, O. C. Pub. Co., Chicago, 4e édition, augmentée, 1913), et J. Popper dans son beau livre, *Das Rechte zu leben und die Pflicht zu sterben* (Leipzig, 1878, p. 62), ont avancé des idées apparentées. Comparez aussi mon papier *Ueber die ökonomische Natur der physikalischen Forschung* (*Almanach der Wiener Akademie*, 1882, p. 179, note bas de page ; traduction anglaise dans mes *Popular Scientific Lectures*, Chicago, 1894). Enfin permettez-moi également de renvoyer ici à l'introduction du *Reine Empfindungslehre* de W. Preyer, du *Freiburger Antrittsrede* de Riehl, p. 40, et du *Gehirn und Bewusstsein*, de R. Wahle, 1884. Mes vues ont été brièvement indiquées en 1872 et 1875, et non exposées en détail jusqu'en 1882 et 1883. J'aurais probablement beaucoup de matière supplémentaire à citer, plus ou moins apparentée à cette ligne de pensée, si ma connaissance de la littérature était plus étendue.

différent, selon le caractère et l'étendue du champ. Si le champ de l'expérience s'élargit, ou si plusieurs champs jusque-là déconnectés se réunissent, les éléments de pensée traditionnels et familiers ne suffisent plus au champ étendu. Dans la lutte de l'habitude acquise avec l'effort d'adaptation, des problèmes surgissent, qui disparaissent lorsque l'adaptation se perfectionne, pour faire place à d'autres problèmes qui se sont posés entre-temps.

Pour le physicien, en tant que physicien, l'idée « d'objet » est productrice d'une réelle facilitation du regard, et n'est pas cause de perturbation. Ainsi, aussi, la personne ayant des buts purement pratiques, est matériellement soutenue par l'idée du *JE* ou de l'*ego*. Car, incontestablement, toute forme de pensée qui a été construite à dessein ou non dans un but donné, possède pour ce but une valeur permanente. Cependant, lorsque la physique et la psychologie se rencontrent, les idées tenues dans un domaine s'avèrent insoutenables dans l'autre. De la tentative d'adaptation mutuelle naissent les diverses théories atomiques et monadiques qui, cependant, n'atteignent jamais leur fin. Si nous considérons les sensations, dans le sens défini ci-dessus (pp. 22-3), comme les éléments du monde, les problèmes dont il est question semblent être résolus dans tous les éléments essentiels, et c'est la première et la plus importante adaptation à effectuer en conséquence. Cette vue fondamentale (sans aucune prétention d'être une philosophie de toute éternité) peut actuellement être admise dans tous les domaines de l'expérience. C'est par conséquent celle qui s'accommode avec la moindre dépense d'énergie, c'est-à-dire plus économiquement qu'aucune autre, de l'état actuel des connaissances collectives temporaires. De plus, dans la conscience de sa fonction purement économique, cette vue fondamentale est éminemment tolérante. Elle ne s'immisce pas dans des domaines où les conceptions courantes sont encore adéquates. Elle est aussi toujours prête, lors d'extensions ultérieures du champ de l'expérience, à céder devant une meilleure conception.

Les représentations et les conceptions du monde, de l'homme moyen, sont formées et dominées, non par le désir plein et pur de la connaissance comme une fin en soi, mais par la lutte pour s'adapter favorablement aux conditions de la vie. Par conséquent elles sont moins exactes, mais en même temps aussi elles sont préservées des monstruosités qui résultent facilement d'une poursuite unilatérale et passionnée d'un point de vue scientifique ou philosophique. L'homme sans préjugés, de développement psychologique normal, prend les éléments que nous avons appelés [Monde] en tant qu'ils sont spatialement contigus et extérieurs aux éléments [Corps], et il soutient ce point de vue immédiatement, et non par un processus de projection psychologique ou d'inférence ou de construction logique. Même si un tel processus existait, il n'en serait certainement pas conscient. L'homme voit, alors, un « monde extérieur » [Monde] différent de son corps [Corps] et existant en dehors de lui. Comme il n'observe pas, dans un premier temps, la dépendance de [Monde] sur [Corps] (qui se répète toujours de la même manière et reçoit par conséquent peu d'attention), mais s'attarde toujours sur la connexion fixe d'éléments de [Monde] avec d'autres éléments, il lui apparaît un monde de choses indépendantes de son Ego. Cet Ego est formé par l'observation des propriétés spéciales de la chose [Corps] particulière, avec lesquels la douleur, le plaisir, le sentiment, la volonté, etc., sont intimement liés. De plus, il remarque des choses [Corps'], [Corps''], qui se comportent d'une manière parfaitement analogue à [Corps], et dont il comprend parfaitement le comportement dès qu'il pense à des sentiments, sensations, etc., analogues, comme leur étant attachés de la même manière qu'il observe ces sentiments, sensations, etc., être attachés à lui-même. L'analogie qui le pousse à ce résultat est la même qui le détermine, lorsqu'il a observé qu'un fil possède *toutes* les propriétés d'un conducteur chargé d'un courant électrique, sauf *un* qui n'a pas encore été directement démontré, pour conclure que le fil possède également cette seule propriété.

Ainsi, comme il ne perçoit pas les sensations de ses semblables, ou des animaux, mais ne les conçoit que par analogie, tandis qu'il infère du comportement de ses semblables qu'ils sont dans la même position vis-à-vis de lui, il est amené à attribuer aux sensations, souvenirs, etc., un [Monde]+[Corps] spécifique, d'une nature différente, toujours différemment conçu selon le degré de civilisation qu'il a atteint. Mais ce processus, comme nous l'avons montré ci-dessus, est inutile et, en science, il conduit à un labyrinthe d'erreurs, bien que la falsification[31] ait peu d'importance pour la vie pratique.

Ces facteurs, déterminant comme ils le font les perspectives intellectuelles de l'homme ordinaire, apparaissent alternativement en lui selon les exigences de la vie pratique du moment et persistent dans un état d'équilibre presque stable. La conception scientifique du monde, cependant, met l'accent tantôt sur l'un, tantôt sur l'autre facteur, fait tantôt de l'un, tantôt de l'autre son point de départ et, dans sa lutte pour plus de précision, d'unité et de cohérence, dans la mesure du possible, de rejeter à l'arrière-plan toutes les conceptions, sauf les plus indispensables. Ainsi apparaissent des systèmes dualistes et monistes.

L'homme ordinaire connaît la cécité et la surdité, et sait par son expérience quotidienne que l'aspect des choses est influencé par ses sens ; mais il ne lui vient jamais à l'esprit de considérer le monde entier comme la création de ses sens. Il trouverait un système idéaliste, ou une monstruosité comme le solipsisme, intolérable dans la pratique.

Il peut facilement devenir un élément perturbateur dans une théorisation scientifique impartiale, lorsqu'une conception qui est adaptée à un but particulier et strictement limité, est promue par avance au fondement de *toute* investigation. Cela se produit, par exemple, lorsque toutes les expériences sont considérées comme des « effets » d'un monde extérieur s'étendant jusque dans la conscience. Cette

[31] « Falsification » entendue comme preuve scientifique (NDT).

conception nous livre un enchevêtrement de difficultés métaphysiques qu'il semble impossible de démêler. Mais le spectre s'évanouit aussitôt lorsque nous regardons la question, pour ainsi dire, sous un jour mathématique et que nous nous rendons compte que tout ce qui compte pour nous est la découverte des *relations fonctionnelles*, et que ce que nous voulons savoir n'est que la dépendance des expériences les unes par rapport aux autres. Il devient alors évident que la référence à des variables fondamentales inconnues qui ne sont pas données (les choses-en-soi) est purement fictive et superflue. Mais même si on laisse subsister d'abord cette fiction, si peu économique qu'elle soit, on peut encore facilement distinguer différentes classes de dépendance mutuelle des éléments des « faits de conscience » ; et cela seul est important pour nous.

[Monde]	[Corps]	[Pensée-Ego]
	[Corps']	[Pensée-Ego']
	[Corps'']	[Pensée-Ego'']

Le système des éléments est indiqué dans le schéma ci-dessus. Dans l'espace entouré d'une seule ligne se trouvent les éléments qui appartiennent au monde sensible, – les éléments dont la connexion régulière et la dépendance particulière les uns par rapport aux autres représentent à la fois les objets physiques (sans vie) et les corps des hommes, des animaux et des plantes. Tous ces éléments, encore une fois, se trouvent dans une relation de dépendance tout à fait particulière à certains des éléments [Corps] – les nerfs de notre corps, à savoir par lesquels les faits de physiologie sensorielle sont exprimés. L'espace entouré d'un double trait contient les éléments appartenant à la vie psychique supérieure, images-souvenirs et représentations, y compris

celles que nous formons de la vie psychique de nos semblables. Ceux-ci peuvent être distingués par des apostrophes. Ces représentations, encore une fois, sont reliées les unes aux autres d'une manière différente (associations mentales, fantasmes) à partir des éléments sensationnels [Monde]+[Corps], mais il ne fait pas de doute qu'elles sont très étroitement liées à [Monde]+[Corps] et qu'en dernier ressort le comportement de [Pensée-Ego] est déterminé par [Monde]+[Corps] (la totalité du monde physique), et surtout par notre corps et notre système nerveux.

Les représentations [Pensée-Ego'], du contenu de la conscience de nos semblables, jouent pour nous le rôle de substitutions intermédiaires, au moyen desquelles le comportement de nos semblables, la relation fonctionnelle de [Corps'] à [Monde] – devient intelligible, dans la mesure où elle resterait en elle-même (physiquement) inexpliquée.

Il nous importe donc de reconnaître que dans toutes les questions sur ce sujet, qui peuvent être posées intelligiblement et qui peuvent nous intéresser, tout tourne autour de la prise en considération de différentes variables ultimes et de différentes relations de dépendance. C'est le point principal. Rien ne sera changé dans les faits réels ou dans les relations fonctionnelles, que nous considérions toutes les données comme des contenus de conscience, ou comme partiellement, ou comme complètement physiques.[32]

La tâche biologique de la science est de fournir à l'individu humain pleinement développé un moyen de s'orienter le plus possible. Aucun autre idéal scientifique ne peut être réalisé, et tout autre doit être dénué de sens.

Le point de vue philosophique de l'homme moyen – si ce terme peut s'appliquer à son réalisme naïf – a droit à la plus

[32] Cf. L'excellent article de J. Petzoldt « Solipsismus auf praktischem Gebiet » (*Vierteljahrsschrift für wissentschaftliche Philosophie*, XXXV, 3, p. 339) ; Schuppe, « Der Solipsismus » (*Zeitschr. für immanente Philosophie*, Vol. III., p. 327).

haute considération. Ce réalisme naïf a émergé au cours d'un processus, sur un temps incommensurable, sans l'aide intentionnelle de l'homme. C'est un produit de la nature et il est préservé par la nature. Tout ce que la philosophie a accompli – bien qu'on puisse admettre la justification biologique de tout progrès, voire de toute erreur – n'est, par rapport à ce processus, qu'un produit insignifiant et éphémère de l'imagination. Le fait est que tout penseur, tout philosophe, dès qu'il est contraint d'abandonner son occupation intellectuelle unilatérale par la nécessité pratique, reviennent immédiatement au point de vue général de l'humanité. Le professeur X., qui se croit théoriquement solipsiste, ne l'est certainement pas en pratique lorsqu'il doit remercier un ministre d'État d'une décoration qui lui est conférée ou lorsqu'il fait une conférence devant un public. Le pyrrhoniste[33] que l'on roue de coups dans *Le Mariage forcé*[34] de Molière ne continue pas à dire : « Il me semble que vous me battez », mais prend sa raclée comme réellement reçue.

Le but de ces « remarques liminaires » n'est pas non plus de discréditer le point de vue de l'homme ordinaire. La tâche que nous nous sommes assignée est simplement de montrer pourquoi et dans quel but nous tenons ce point de vue pendant la plus grande partie de notre vie, et pourquoi et dans quel but nous sommes provisoirement obligés de l'abandonner. Aucun point de vue n'a une validité absolue et permanente. Chacun n'a d'importance que pour une fin donnée.

[33] Doctrine de Pyrrhon, qui, entre les dogmatiques prétendant qu'il y a une vérité absolue et les sophistes qui le niaient, préférait que le philosophe s'abstienne (*https://bit.ly/3l1ZykE*) (NDT).

[34] En français dans le texte (NDT).

2. DES OPINIONS PRÉCONÇUES

1.

Le physicien a fréquemment l'occasion d'observer à quel point notre connaissance d'un domaine de recherche peut être entravée, lorsque, au lieu d'étudier ce domaine sans préjugés pour lui-même, des vues lui sont transférées qui ont été formées dans un autre domaine de la connaissance. Bien plus grave est la confusion qui résulte d'un tel transfert d'opinions préconçues du domaine de la physique à celui de la psychologie. Illustrons cela par quelques exemples.

Un physicien observe l'image renversée sur la rétine d'un œil excisé, et se pose très naturellement la question : comment un point situé bas dans l'espace vient-il à se réfléchir sur la partie supérieure de la rétine ? Il répond à cette question à l'aide d'études en dioptrie. Si, maintenant, cette question, qui est parfaitement légitime dans le domaine de la physique, était transférée dans le domaine de la psychologie, il ne se produirait que de l'obscurité. La question de savoir pourquoi nous voyons des images rétiniennes inversées dans le bon sens n'a pas de sens en tant que problème psychologique. Les sensations lumineuses des taches séparées de la rétine sont liées dès le début aux sensations d'espace, et nous donnons le nom « d'en haut » aux positions dans l'espace qui correspondent aux parties de la rétine situées plus bas. Pour le sujet faisant l'expérience de la sensation visuelle, une telle question ne se pose pas.

Il en est de même de la théorie bien connue de la projection externe. Le problème du physicien est de trouver le point-objet lumineux correspondant à un point de l'image rétinienne, en prolongeant le rayon qui passe par le point de

l'image et le centre de l'œil. Pour le sujet expérimentant la sensation, ce problème n'existe pas, car les sensations lumineuses sont liées dès le début à des sensations spatiales déterminées. Toute la théorie de l'origine psychologique du monde extérieur par la projection des sensations vers l'extérieur n'est fondée que sur une application erronée des points de vue physiques. Nos sensations de la vue et du toucher sont liées à diverses sensations d'espace ; c'est-à-dire qu'elles existent les unes à côté des autres et qu'elles existent en dehors les unes des autres, en d'autres termes, dans un champ spatial, dans lequel notre corps ne remplit qu'une partie. La table, la maison, l'arbre, se trouvent ainsi évidemment hors de mon corps. Un problème de projection ne se pose jamais, n'est résolu ni consciemment ni inconsciemment.

Un physicien (Mariotte[35]) découvre qu'un certain point de la rétine est aveugle. Le physicien a l'habitude de corréler à tout point de l'espace un point de l'image rétinienne, et à tout point de l'image une sensation. D'où la question qui se pose : Que voit-on aux points correspondant à la tache aveugle, et comment la lacune est-elle comblée ? Lorsque la forme illégitime consistant à poser la question en termes physiques est éliminée de l'enquête psychologique, on s'apercevra qu'il n'y a aucun problème ici. On ne voit rien au niveau des angles morts, le trou dans l'image n'est pas comblé, ou plutôt, le vide n'est pas ressenti, pour la simple raison qu'un défaut de sensation lumineuse ne se remarque pas plus à un endroit aveugle d'origine que l'aveuglement, disons, de la peau du dos peut provoquer une lacune dans le champ visuel.

J'ai choisi intentionnellement des exemples simples et évidents, car ils peuvent mieux faire comprendre quelle confusion inutile est causée par le transfert irréfléchi d'une conception ou d'un mode de pensée, qui est valide et

[35] L'abbé Edme Mariotte est un physicien et un botaniste français (1620-1684), qui a découvert la tache aveugle rétinienne. Wikipédia : *https://bit.ly/3PdH5zp* (NDT).

utilisable dans un domaine, dans un autre domaine tout à fait différent.

Dans l'ouvrage d'un célèbre ethnographe allemand, j'ai lu récemment la phrase suivante : « Cette tribu s'est profondément dégradée par la pratique du cannibalisme. » À côté de lui se trouvait le livre d'un enquêteur anglais qui traitait du même sujet. Ce dernier, qui posait simplement la question de savoir pourquoi certains insulaires des mers du Sud sont des cannibales, a découvert au cours de ses enquêtes que nos propres ancêtres aussi étaient autrefois des cannibales, et en vient à comprendre la position des Hindous sur la question – un point de vue adopté une fois par mon garçon de cinq ans qui, en mangeant un morceau de viande, s'est arrêté, tout à coup choqué, et s'est écrié : « *Nous* sommes des cannibales pour les animaux ! » « Tu ne mangeras pas d'êtres humains » est une maxime très louable ; mais dans la bouche de l'ethnographe, il détruit cette douce et sublime lueur d'absence de préjugés à laquelle nous nous délectons de reconnaître le véritable enquêteur. Mais un pas de plus, et nous dirons : « L'homme ne *doit* pas descendre du singe », « La Terre ne *doit* pas tourner », « La matière ne *doit* pas remplir continuellement l'espace », « L'énergie *doit* être constante », etc.

Je crois que notre procédure diffère de celle que nous venons de caractériser seulement en degré et non en nature, lorsque nous revendiquons une validité absolue pour des vues atteintes dans le domaine de la physique, et les transférons au domaine de la psychologie sans avoir d'abord testé leur applicabilité. Dans de tels cas nous succombons au dogme, sinon, comme nos pères scolastiques, au dogme qui nous est imposé du dehors, du moins à celui que nous avons créé nous-mêmes. Quel résultat de recherche ne s'est-il pas transformé en dogme par une longue habitude ? L'habileté même que nous avons acquise à faire face à des situations intellectuelles sans cesse récurrentes nous prive de la fraîcheur et de l'ouverture d'esprit dont nous avons tant besoin dans des situations nouvelles.

Après ces remarques générales, je pourrai peut-être expliquer ma position à l'égard du dualisme du physique et du psychique. Ce dualisme est à mon avis artificiel et inutile.

2.

Dans l'investigation des processus purement physiques, nous employons généralement des concepts d'un caractère si abstrait qu'en règle générale nous ne pensons que superficiellement, ou pas du tout, aux sensations (éléments) qui se trouvent à leur base. Par exemple, quand je constate le fait qu'un courant électrique ayant l'intensité de 1 ampère développe 10 ½ centimètres cubes de gaz oxhydrique à 0° C et 760 mm de pression de mercure en une minute, je suis volontiers disposé à attribuer aux objets ainsi définis une réalité tout à fait indépendante de mes sensations. Mais je suis obligé, pour arriver à ce que j'ai défini, de faire passer le courant, dont l'existence est ma seule garantie, par mes sensations, à travers un fil circulaire ayant un rayon déterminé, de sorte que le courant, étant donné l'intensité du magnétisme terrestre, fera tourner l'aiguille magnétique d'une certaine distance angulaire hors du méridien. La détermination de l'intensité magnétique, du volume du gaz oxhydrique, etc., n'est pas moins complexe. L'ensemble de l'énoncé repose sur une série quasi interminable de sensations, surtout si l'on tient compte du réglage de l'appareil qui doit précéder l'expérience proprement dite. Or il peut arriver facilement au physicien qui n'étudie pas la psychologie de ses opérations, qu'il ne (pour renverser un dicton bien connu) voit pas les arbres pour la forêt, qu'il néglige les éléments sensoriels à la base de son travail. Or je soutiens que tout concept physique ne signifie rien d'autre qu'un certain type défini de connexion des éléments sensoriels que j'ai désignés par [Monde]. Ces éléments – éléments, au sens où aucune autre résolution n'en a encore été faite – sont les matériaux les plus simples à partir

desquels le monde physique, mais aussi psychologique, est construit.

La recherche physiologique peut aussi être d'un caractère purement physique. Je peux suivre le cours d'un processus physique tel qu'il se propage à travers un nerf sensitif jusqu'à l'organe central. Je puis donc le tracer par diverses voies jusqu'aux muscles, dont la contraction produit de nouveaux changements physiques dans le milieu. Ce faisant, je suis empêché de ne penser à aucune sensation ressentie par l'homme ou l'animal observé. Ce que j'étudie est un objet purement physique. Il manque beaucoup, il est vrai, à notre complète compréhension des détails de ce processus, et l'assurance que tout dépend du « mouvement des molécules » ne peut ni me consoler ni me tromper sur mon ignorance.

Bien avant le développement d'une psychologie scientifique, les gens s'étaient pourtant aperçus que le comportement d'un animal soumis à des influences physiques peut être prédit avec beaucoup plus de précision, c'est-à-dire peut être mieux compris, si nous attribuons à l'animal des sensations et des souvenirs comme les nôtres. À partir de ce que j'observe, à partir de mes sensations, je dois inférer mentalement les sensations de l'animal, qui ne se trouvent pas dans le champ de mes propres sensations. Cette antithèse paraît encore plus abrupte à l'investigateur scientifique qui étudie un processus nerveux à l'aide de concepts abstraits incolores, et est tenu, par exemple, d'ajouter mentalement à ce processus la sensation verte. Cette dernière peut en fait apparaître comme quelque chose d'entièrement nouveau et étrange, et nous nous demandons comment il se fait que cette chose miraculeuse soit produite à partir de processus chimiques, de courants électriques, etc.

3.

L'analyse psychologique nous a appris que cette surprise est injustifiable, puisque le physicien opère toujours avec des sensations. La même analyse nous montre aussi que le

procédé consistant à compléter mentalement des complexes de sensations selon l'analogie au moyen d'éléments qui, pour le moment, ne sont pas observés, ou par des éléments qui ne peuvent être observés, est un processus quotidien pratiqué par le physicien ; comme, par exemple, lorsqu'il imagine la lune comme une masse tangible, inerte et lourde. Le caractère totalement étrange de la situation intellectuelle décrite ci-dessus est donc une illusion.

Il y a aussi une autre considération, – une considération confinée à ma propre sphère sensorielle, – qui sert à dissiper l'illusion. Devant moi se trouve la feuille d'une plante. Le vert (*A*) de la feuille est lié à une certaine sensation optique d'espace (*B*), avec une sensation de toucher (*C*), et avec la visibilité du soleil ou de la lampe (*D*). Si le jaune (*E*) d'une flamme de sodium prend la place du soleil, le vert (*A*) passera au brun (*F*). Si les grains de chlorophylle sont éliminés par l'alcool, – une opération qui peut se représenter, comme la précédente, par des éléments, – le vert (*A*) passera au blanc (*G*). Toutes ces observations sont des observations physiques. Mais le vert (*A*) est aussi relié à un certain processus de ma rétine. Rien ne m'empêche en principe d'étudier ce processus à mes propres yeux exactement de la même manière que dans les cas précédents, et de le réduire à ses éléments *X Y Z*… S'il y a des difficultés à faire cela pour mon propre œil, cela peut être fait avec l'œil de quelqu'un d'autre, et la lacune comblée par analogie, exactement comme dans d'autres investigations physiques. À présent, dans sa dépendance à *B C D*…, *A* est un élément physique ; dans sa dépendance à *X Y Z*…, c'est une sensation, et il peut aussi être considéré comme un élément psychique. Le vert (*A*), cependant, n'est pas du tout altéré en lui-même, que nous portions notre attention sur l'une ou sur l'autre forme de dépendance. Je ne vois donc pas d'opposition entre le physique et le psychique, mais une simple identité quant à ces éléments. Dans la sphère sensorielle de ma conscience, tout est à la fois physique et psychique (cf. p. 27).

4.

L'obscurité de cette situation intellectuelle n'est, je suppose, le produit que du transfert d'un préjugé physique au domaine de la psychologie. Le physicien dit : je trouve partout seulement des objets et des mouvements d'objets, et pas de sensations ; les sensations doivent donc être quelque chose d'entièrement différent des objets physiques dont je m'occupe. Le psychologue accepte la deuxième partie de cette déclaration. Pour lui, comme il se doit, les sensations sont les *données* premières ; mais à celles-ci correspond un mystérieux quelque chose de physique qui, conformément au préjugé, doit être tout à fait différent des sensations. Mais qu'est donc cette chose tout à fait mystérieuse ? Est-ce la *Physis* ou la *Psyché* ? Ou est-ce peut-être les deux ? On dirait presque que c'est tantôt l'une et tantôt l'autre qui apparaissent inaccessibles et plongées dans une obscurité impénétrable. Ou sommes-nous amenés à tourner en rond par un mauvais esprit ?

Je pense que ce mauvais esprit est la solution. Pour moi les éléments [Monde] sont immédiatement et indubitablement des données, et pour moi ils ne peuvent jamais ensuite se volatiliser par des considérations qui finalement se fondent toujours sur leur existence.

La tâche de l'investigation spécialisée dans la sphère sensorielle physico-psychique, qui n'a pas été rendue superflue par cette vue d'ensemble, est de déterminer la méthode particulière de combinaison des éléments de [Monde]. Cela peut s'exprimer symboliquement en disant que c'est l'objet de recherches particulières que de trouver des équations de la forme f([Monde]) = 0 (zéro).

3. MA RELATION À RICHARD AVENARIUS ET D'AUTRES PENSEURS

1.

J'ai déjà fait allusion à des sujets sur lesquels les points de vue défendus ici sont en lien avec ceux de divers philosophes et scientifiques ayant un penchant pour la philosophie. Une énumération complète de ces points de contact exigerait que je commence par Spinoza. Que mon point de départ ne soit pas essentiellement différent de celui de Hume est bien sûr évident. Je diffère de Comte en soutenant que les faits psychologiques sont, comme sources de connaissance, au moins aussi importants que les faits physiques. Ma position, d'ailleurs, côtoie de près celle des représentants de la philosophie de l'immanence[36]. Cela est particulièrement vrai dans le cas de Schuppe, dont j'ai pris connaissance des écrits en 1902. Son *Esquisse de Théorie de la Connaissance et de la Logique*[37], un ouvrage plein de pensée et qu'on peut lire sans dictionnaire spécial, et qui a touché en moi une corde particulièrement sympathique. Dans ce livre, je n'ai presque rien trouvé à quoi, peut-être avec quelques petites modifications, je ne puisse donner un assentiment chaleureux. Certes, sa conception de l'Ego constitue un point de divergence entre nous ; mais pas un point sur lequel il serait vain de s'entendre.

---

[36] Immanence : « qui comporte en soi-même son propre principe et ne nécessite pas l'intervention d'un principe extérieur ». Dicophilo : *https://bit.ly/39eYzeq* (NDT).

[37] Traduction du titre de l'ouvrage en allemand de Schuppe « Grundriß der Erkenntnistheorie und Logik » (Aperçu de l'épistémologie et de la logique), 1894 (NDT).

Quant aux vues d'Avenarius, l'affinité entre elles et les miennes est aussi grande que l'on puisse possiblement imaginer pour deux écrivains qui ont subi un processus de développement différent, qui travaillent dans des domaines différents et sont complètement indépendants l'un de l'autre. L'accord est quelque peu obscurci par la grande différence de forme. Avenarius nous présente un schéma certes exhaustif, mais très généralisé, rendu plus difficile à saisir par une terminologie étrange et peu familière. Pour des constructions de ce genre, je n'avais ni occasion, ni vocation, ni inclination, ni talent. Je suis un scientifique et non un philosophe. Mon but était simplement d'atteindre un point de vue philosophique sûr et clair, d'où l'on pourrait voir des voies praticables, au-delà de tout nuage métaphysique, qui pourraient nous conduire non seulement dans le domaine de la physique, mais aussi dans celui de la psychophysiologie. En réalisant cela, ma bataille a été gagnée.

Bien que ma théorie soit le fruit de longues années de méditation depuis la plus tendre enfance, elle a cependant, dans sa brièveté, la forme d'un simple *aperçu*[38], et je ne serai pas non plus offensé si on la considère sous cet angle. J'avoue volontiers que dans mon dégoût pour une terminologie artificielle je suis peut-être tombé dans l'extrême opposé à celui d'Avenarius. Alors qu'Avenarius est souvent incompréhensible, ou seulement après une longue étude, mes paroles ont assez souvent été mal comprises. Un critique aigu considère que beaucoup de mes résultats sont des résultats auxquels je *n'aurais pas dû* arriver (il est donc en mesure de s'épargner la peine de l'investigation, puisqu'il connaît déjà les résultats auxquels l'investigation *doit* conduire), et poursuit en me reprochant d'être difficile à situer, puisque j'utilise le langage courant, et il est par conséquent impossible de voir à quel « système » j'adhère. Ainsi, avant tout, vous devez choisir un système ; puis c'est dans les murs de ce système que vous pouvez penser et parler. De cette façon,

[38] En français dans le texte (NDT).

toutes sortes d'opinions populaires courantes ont été confortablement lues dans mes mots. On m'a accusé d'idéalisme[39], de Berkeleyanisme[40], voire de matérialisme, et d'autres « -ismes », dont je me crois innocent.

Le fait est que chacune des deux méthodes d'exposition a ses avantages et ses inconvénients. Mais la différence de forme a eu un effet préjudiciable aussi sur l'entente mutuelle entre Avenarius et moi. J'ai reconnu très tôt l'affinité entre nos points de vue et j'en ai exprimé ma conviction dans le *Mechanik* (1883) et dans la première édition de ce livre (1886), bien qu'à l'époque je ne pouvais me référer qu'à l'une des œuvres mineures d'Avenarius (*Denken der Welt nach dem Prinzip des kleinsten Kraftmasses*)[41], qui avaient paru en 1876 et m'avaient accidentellement gêné peu de temps avant la publication de mon *Mechanik*. Ce n'est qu'en 1888, 1891 et 1894, au moyen des publications d'Avenarius, *Kritik der reinen Erfahrung*[42], *Der menschliche Weltbegriff*[43] et ses articles psychologiques dans le *Vierteljahrsschrift*, que la similitude de nos tendances m'a été pleinement révélée. Quant au premier de ces ouvrages, cependant, sa terminologie quelque peu hypermétaphorique m'a empêché de goûter le plein ravissement de l'accord.

---

[39] En philosophie, l'idéalisme est la position selon laquelle toute la réalité se ramène à des déterminations de l'esprit, qu'il s'agisse d'« idées », de représentations mentales ou de déterminations plus subjectives comme les « expériences sensibles » ou les sensations. Wikipédia : *https://bit.ly/3yBWYtM* (NDT).

[40] De George Berkeley (1685-1753), philosophe, qui a défendu l'« immatérialisme », soit qu'il n'existe que des idées dans notre esprit et aucun monde matériel hors de notre conscience. Wikipédia : *https://bit.ly/3wtEWXM* et *https://bit.ly/3FLAHLM* (NDT).

[41] « Penser le monde selon le principe de la plus petite force » (NDT).

[42] « Critique de l'expérience pure » (NDT).

[43] « La conception humaine du monde » (NDT).

C'est assez demander à un homme âgé, qu'au travail d'apprendre les langues des nations, on ajoute celui d'apprendre la langue d'un individu. Il était par conséquent réservé à la jeune génération de faire bon usage de l'œuvre d'Avenarius : à cet égard, je suis heureux de pouvoir me référer aux écrits de H. Cornelius, C. Hauptmann et J. Petzoldt, qui, d'une manière équitable, mettent en lumière et développe davantage la valeur réelle de l'œuvre d'Avenarius. Avenarius, lui aussi, a reconnu de son côté, l'affinité entre nous, et l'a remarquée dans les livres qui ont paru de 1888 à 1895. Pourtant, chez lui aussi, la conviction d'une plus profonde coïncidence de vue entre nous semble n'avoir été développée que progressivement, comme je suis forcé de le déduire de remarques faites par lui dans le passé à des tiers. L'homme, lui-même, je ne l'ai jamais connu personnellement. Des efforts incontestables sont faits pour minimiser son importance, mais, malgré cela, la connaissance de ses œuvres est, je suis heureux de le dire, en augmentation.

2.

Je voudrais maintenant indiquer plus particulièrement les points d'accord entre nous auxquels j'attache de l'importance. L'économie de la pensée, la représentation économique du réel, voilà ce que j'ai indiqué, de façon sommaire d'abord en 1871 et 1872, comme étant la tâche essentielle de la science, et en 1882 et 1883 j'ai donné des exposés considérablement élargis de cette idée. Comme je l'ai montré ailleurs, cette conception, qui contient et anticipe implicitement la notion de « description parfaitement simple » de Kirchhof (1874), n'était nullement tout à fait nouvelle ; elle remonte à Adam Smith et, comme le soutient P. Volkmann, à ses débuts même à Newton. On retrouve la même conception, à l'exception d'un trait qui n'apparaît pas clairement, pleinement développé chez Avenarius (1876).

Une large base est posée pour la théorie en question, et elle bénéficie de nouveaux éclairages, si, conformément à

l'impulsion donnée par le darwinisme, nous concevons toute la vie psychique – en y incluant la science –comme d'apparence biologique, et si l'on applique à la théorie les conceptions darwiniennes de la lutte pour l'existence, du développement et de la sélection. La théorie est inséparable de l'hypothèse que toute entité psychique est physiquement fondée et déterminée. Or, dans son *Kritik der reinen Erfahrung*, Avenarius essaie de montrer en détail que toute activité théorique et pratique est déterminée par une modification du système nerveux central. Ce faisant, il ne fait que se fonder sur l'hypothèse très générale que l'organe central est soumis à une impulsion d'autoconservation, une tendance à maintenir son équilibre, non seulement dans son ensemble, mais aussi dans ses parties. Cela s'accorde très bien avec les conceptions développées par Hering quant au comportement de la substance vivante. En tenant ces vues, Avenarius est mis en contact étroit avec la recherche positive moderne, en particulier en physiologie. Dans mes écrits aussi, des opinions d'une nature correspondante, brièvement certes, mais nettement exprimées, parurent dès 1863, et en 1883 j'exposai ces opinions plus longuement, mais sans développer un système complet, tel que nous en trouvons chez Avenarius.

Mais c'est à notre accord dans la conception du rapport entre le physique et le psychique que j'attache la plus grande importance. Pour moi, c'est le point principal en question. C'est par ses articles psychologiques que j'ai été pour la première fois convaincu de cette coïncidence entre Avenarius et moi. Afin d'être sûr de ne pas me tromper, j'ai adressé une enquête à ce sujet au Dr Rudolf Wlassak, dont je savais qu'il connaîtrait intimement le point de vue d'Avenarius, grâce à son association avec lui pendant de nombreuses années. Sa réponse fut la suivante : « La conception du rapport du "physique" au "psychique" est identique chez Avenarius et Mach. Tous deux en viennent à la conclusion que la différence entre le physique et le psychique consiste uniquement dans la différence des rapports de dépendance,

qui, d'une part, sont les objets dont s'occupe la Physique (au sens le plus large du terme), et, d'autre part, les objets dont s'occupe la Psychologie. Si j'étudie la dépendance d'un constituant (*A*) d'un milieu vis-à-vis d'un autre constituant (*B*) d'un milieu, j'étudie la physique ; si je cherche dans quelle mesure A est modifié par une modification des organes des sens ou du système nerveux central, j'étudie la psychologie. Avenarius a donc proposé d'abolir les termes "physique" et "psychique" et, à l'avenir, de ne parler que des dépendances physiques et psychologiques ("Observations", *Vierteljahrsschrift*) XIX, p. 18). Dans l'œuvre de Mach, le même point de vue apparaît, sauf que (?) l'insoutenabilité de l'ancienne conception du psychique, et par conséquent de la tâche propre de la psychologie, n'est pas démontrée.

« Cette tâche est accomplie par l'explicitation de "l'introjection", ou plutôt du sophisme de la logique formelle qui sous-tend l'introjection. Avenarius part du fait que le réalisme naïf, "la vision naturelle du monde", est à l'origine de toute philosophie. Dans les limites de cette vision naturelle du monde, il est possible de procéder à une délimitation relative du "moi" complexe et de "l'environnement" complexe sans nécessairement impliquer le "dualisme" du "corps" et de "l'âme", puisque, du point de vue du réalisme naïf, les constituants qui appartiennent au "moi", à son propre corps, sont de part en part comparables aux constituants de l'environnement. Même lorsque l'enquête préliminaire a avancé jusqu'à la formation des concepts de substance (Mach, *Analysis of Sensations*, pp. 14-5), cela ne signifie pas qu'une différence complète et essentielle entre le corps et l'âme soit donnée.

« Le morcellement final du monde, – monde conçu à l'origine par le réalisme naïf comme une unité, – est en réalité occasionné, selon Avenarius, par l'interprétation des paroles de nos semblables. Tant que je dis, "l'arbre n'existe pas pour moi seul ; il existe aussi, comme pour mes semblables, de la même manière qu'il existe pour moi, comme leurs énoncés me permettent de le supposer", je n'outrepasse en rien

l'analogie que la logique formelle permet entre moi et mes semblables. Mais j'outrepasse cette analogie, si je dis que l'arbre existe en tant que "copie", "sensation" ou "représentation" chez mes semblables, si j'*introduis* ou *introjecte* l'arbre ; puisque je suppose alors quelque chose pour mon prochain, que je ne peux pas découvrir dans ma propre expérience, qui me montre toujours les constituants de mon environnement comme étant dans une relation définie avec mon corps, et jamais comme étant dans ma conscience ou autre.

« Dans la mesure où l'introjection est une manière de dépasser l'expérience, toute tentative pour la mettre en harmonie avec les faits de l'expérience doit devenir une source inépuisable de pseudo-problèmes. Cela se voit le plus clairement dans les différentes formes qu'a pris l'introjection, au cours de l'histoire de la philosophie. Les théories les plus anciennes et les plus grossières de la perception l'exhibaient dans sa forme la plus grossière et la plus simple. Elles supposaient que des copies étaient détachées des objets, et que ces copies pénétraient à l'intérieur du corps. Maintenant, dans la mesure où il est reconnu que les constituants de l'environnement *ne sont pas* présents à l'intérieur du corps de la même manière qu'ils sont présents à l'extérieur, dans cette mesure ils sont liés, au moment où ils sont à l'intérieur, à devenir quelque chose d'essentiellement différent de l'environnement. La racine du dualisme réside dans l'extension de l'introjection, dans la tentative de la mettre en harmonie avec le complexe de l'environnement.

« On peut douter que l'exposé d'Avenarius sur les motifs de l'introjection soit satisfaisant dans tous les cas. Il soutient que l'introjection est toujours liée à l'explication des "perceptions" de ses semblables. Mais on pourrait bien soutenir que le fait qu'un seul et même constituant de l'environnement soit à un moment donné dans les sensations comme une "chose", et à un autre donné comme un souvenir, peut être un motif suffisant pour concevoir ce constituant comme étant présent deux fois, à savoir d'abord

"matériellement" dans l'environnement, et en second dans ma "conscience", dans mon "âme". Un autre point à considérer est de savoir si les expériences de rêve ne peuvent pas également constituer, à un stade primitif de la culture, un motif indépendant de dualisme[44]. Avenarius, en effet, représente l'introjection comme le présupposé de l'interprétation dualiste des expériences de rêve, mais sans apporter de raisons concluantes. Mais il n'est pas justifiable de considérer l'animisme préhistorique comme la racine du dualisme, si par "animisme" nous entendons simplement l'hypothèse que tous les constituants sans vie de notre environnement sont des êtres comme nous. Tant que des raisons physiologiques plus profondes ne la rendent pas impossible, la "vision naturelle du monde" peut aussi fonder l'hypothèse que, dans le cas de l'arbre par exemple, les constituants de son environnement existent pour lui au même sens que pour l'être humain. En d'autres termes : quiconque partagerait la vision du psychisme, commune à Avenarius et à Mach, pourrait, s'il ignorait entièrement la physiologie, supposer qu'un arbre ou une pierre touche et voit son environnement. Dans ce cas, il ne serait toujours pas un dualiste. Il ne deviendrait dualiste que lorsque, pour expliquer ce toucher et ce voir de la part de l'arbre ou de la pierre, il supposerait que les constituants de l'environnement, que l'arbre et la pierre goûtent et voient, sont à nouveau présents dans l'arbre en tant que "sensations" ou "conscience". C'est alors seulement que le monde se dédouble par division en une partie spirituelle et une partie matérielle.

« La découverte de l'illégitimité de l'introjection éclaire dans deux directions. D'une part, elle est éclairante du côté de la théorie de la connaissance. Tous les problèmes liés à la relation de nos "sensations", "représentations" et "contenus de conscience" aux choses matérielles, dont les produits d'introjection mentionnés ci-dessus sont censés être les

[44] Selon Tylor, elles sont en fait l'un des motifs les plus forts (Mach).

"copies", les "signes", etc., sont considérés comme simplement illusoires. Des exemples de tels pseudo-problèmes sont les problèmes de projection que l'on rencontre dans les théories de l'espace, l'extériorisation des sensations d'espace, etc.

« D'autre part, l'élimination de l'introjection implique que toute psychologie qui n'est pas physiologique est illégitime. Quand j'ai reconnu que les "contenus de conscience", les "processus psychiques", qui accompagnent les modifications du système nerveux, ne sont rien de plus que les constituants de mon environnement que j'ai introduits dans mes semblables et finalement aussi en moi-même, il m'est impossible de rechercher dans le système nerveux autre chose que des processus physiologiques. Toute causalité psychique particulière disparaît et disparaissent tous les problèmes liés à la question de savoir si l'intervention des forces psychiques dans les processus physiologiques du cerveau est compatible avec le principe de la conservation de l'énergie[45].

[45] Je ne puis m'empêcher d'exprimer ici ma surprise que le principe de la conservation de l'énergie ait été si souvent évoqué à propos de la question de savoir s'il existe un agent psychique spécial. En supposant que l'énergie est constante, le cours des processus physiques est *limité*, mais pas nécessairement déterminé avec une *unicité* parfaite. Que le principe de conservation de l'énergie soit satisfait dans tous les cas physiologiques, cela nous indique simplement que l'âme n'épuise pas le travail et ne l'accomplit pas. Pour autant, l'âme peut encore être un facteur en partie déterminant. Lorsque le philosophe pose une question qui se rapporte à ce cas, il passe généralement à côté du principe de la conservation de l'énergie, et la réponse courante du physicien n'a aucune signification intelligible par rapport à un cas si éloigné du cadre de ses idées. Cf. les références à une discussion similaire dans *Psychologie*, de Hofler, 1897, pp. 58s, note. En dehors des considérations ci-dessus, l'hypothèse d'un agent psychique spécial me paraît être une présupposition malheureuse et qui ne peut que nuire en rendant l'investigation difficile ; c'est d'ailleurs inutile et

« Lorsqu'une telle phrase est utilisée comme "l'existence continue de représentations sans qu'elles soient dans la conscience" (Mach, *Wärmelehre* p. 441), cela n'est, à proprement parler, légitime qu'en tant qu'expression abrégée pour des processus particuliers du système nerveux central, et en tout cas cela sent fortement les conceptions dualistes. »

La différence qui subsiste entre la manière dont Avenarius pose ses vues et la manière dont je pose les miennes se ramène à des éléments facilement saisissables. En premier lieu, je n'avais pas l'intention de donner un exposé complet du développement de mon point de vue à partir des phrases précédentes de réflexion philosophique sur le monde. En second lieu, Avenarius part d'une phase réaliste. Pour ma part, je suis parti d'une phase idéaliste (pp. 39-40, ci-dessus, note de bas de page), telle que je l'ai réellement vécue dans ma prime jeunesse. Ainsi, j'aurais facilement pu parler, par exemple, de l'élimination de « l'extrajection » (p. 15, 21-32, 38-44, 51-2, ci-dessus). En troisième lieu, il n'est pas nécessaire d'attribuer un rôle si important à l'interprétation de nos semblables au moyen de l'introjection dans le mauvais sens, jusqu'à ce que le nouveau point de vue soit atteint, et alors il n'est pas non plus nécessaire d'exclure encore cette introjection.

Un penseur solitaire pourrait atteindre le nouveau point de vue, et même lui, comme l'observe Wlassak, pourrait avoir à s'élever au-dessus des tendances dualistes. Mais ce point de vue une fois atteint, et le caractère variable de la dépendance des éléments une fois reconnus comme le point essentiel, la question de savoir si nous partons d'une phase de réalisme ou d'idéalisme n'a pas plus d'importance pour nous qu'un changement dans les variables fondamentales de ses équations ne l'est pour le mathématicien ou le physicien.

Ce qu'avance Avenarius, et par conséquent ce que j'avance aussi, ne me paraît guère contenir que de l'évidence – de l'évidence du moins pour tout homme qui s'est affranchi de

---

improbable (Mach).

la pression de « l'héritage de la philosophie sauvage », comme l'appelle Tylor. La science a toujours exigé de telles propositions évidentes, comme une base certaine, sur laquelle construire. Quand je vois converger les voies suivies par différents penseurs philosophes, et surtout quand je contemple l'étroite coïncidence entre les vues philosophiques générales et les vues des spécialistes scientifiques, je pense que je suis fondé à déceler ici un présage plein d'espoir de l'accommodement mutuel des sciences les unes aux autres.

4. LES PRINCIPAUX POINTS DE VUE POUR L'ENQUÊTE SENSORIELLE

1.

Afin de nous repérer, nous allons maintenant essayer d'obtenir, du point de vue où nous sommes parvenus, une vue d'ensemble des problèmes particuliers qui retiendront notre attention.

Une fois que l'intellect du chercheur a pris, par adaptation, l'habitude de relier deux choses, *A* et *B*, en pensée, il essaie de conserver cette habitude autant que possible, même lorsque les circonstances sont légèrement modifiées. Partout où *A* apparaît, *B* est ajouté en pensée. Le principe ainsi exprimé, qui a sa racine dans un effort d'économie, et est particulièrement perceptible dans les travaux des grands chercheurs, peut être appelé le *principe de continuité*.

Toute variation réellement observée dans la connexion de *A* et *B*, qui est suffisamment importante pour être remarquée, se fait sentir comme une perturbation de l'habitude mentionnée ci-dessus, et continue à le faire jusqu'à ce que l'habitude soit suffisamment modifiée pour empêcher que la perturbation ne soit ressentie. Supposons, par exemple, que nous nous soyons habitués à voir la lumière déviée lorsqu'elle heurte la frontière entre l'air et le verre. Mais ces déviations varient sensiblement d'un cas à l'autre, et l'habitude formée par l'observation de certains cas ne peut être transférée sans perturbation à de nouveaux cas, tant que nous ne sommes pas capables d'associer à chaque angle d'incidence particulier (*A*) un angle de réfraction particulier (*B*), que nous sommes capables de faire en découvrant la soi-disant loi de la réfraction, et en nous familiarisant avec les règles contenues dans cette loi. Ainsi un autre principe modificateur s'oppose à

celui de la continuité ; nous l'appellerons le *principe de détermination suffisante*, ou de *différenciation suffisante*.

L'action conjointe des deux principes peut être très bien illustrée par une analyse plus poussée de l'exemple cité. Afin de traiter les phénomènes présentés dans le changement de couleur de la lumière, l'idée de la loi de réfraction doit être conservée, mais à chaque couleur particulière un indice de réfraction particulier doit être associé. On s'aperçoit bientôt qu'à chaque température particulière aussi, un indice de réfraction particulier doit être associé ; etc.

En fin de compte, ce processus conduit à un contentement et à une satisfaction temporaires, les deux choses *A* et *B* étant conçues comme si liées qu'à tout changement de l'un qui peut être observé à tout moment correspond un changement approprié de l'autre. Il peut arriver que *A* et *B* soient tous deux conçus comme des complexes de composants, de sorte qu'à chaque composant particulier de *A* correspond un composant particulier de *B*. Cela se produit, par exemple, lorsque *B* est un spectre, et *A* l'échantillon correspondant d'un composé à tester, auquel cas à chaque composant du spectre l'un des composants de la matière volatilisée devant le spectroscope est corrélé, indépendamment des autres. Ce n'est que par une parfaite familiarité avec cette relation que le principe de détermination suffisante peut être satisfait.

2.

Supposons maintenant que nous considérions une sensation de couleur *B*, qui ne soit pas dépendante de *A*, la matière chauffée testée, mais dépendante des éléments du processus rétinien, *N*. Ce faisant, nous changeons, non pas le genre, mais seulement la direction de notre point de vue. Aucune des observations précédentes ne perd de sa force, et les principes à suivre restent les mêmes. Et cela vaut bien sûr pour toutes les sensations.

Or, la sensation peut être analysée en elle-même, immédiatement, c'est-à-dire psychologiquement (ce qui était

l'approche adoptée par Johannes Müller), ou les processus physiques (physiologiques) corrélés avec la sensation peuvent être étudiés selon les méthodes de la physique (l'approche habituellement préférée par l'école moderne des physiologistes), ou, enfin, la connexion de données psychologiquement observables avec les processus physiques (physiologiques) correspondants peut être suivie – un mode de procédure qui nous mènera plus loin, puisque dans cette méthode l'observation est dirigée de tous côtés, une investigation servant à soutenir l'autre. Nous nous efforcerons d'atteindre ce dernier but partout où cela paraîtra praticable.

Ceci étant notre objet, il est donc évident que le principe de continuité et celui de détermination suffisante ne peuvent être satisfaits qu'à la condition qu'au même *B* (telle ou telle sensation) on associe toujours le même *N* (même processus nerveux) et que l'on découvre que pour tout changement observable de *B* il y a un changement correspondant de *N*. Si *B* est psychologiquement analysable en un certain nombre de composantes indépendantes, alors nous ne nous contenterons que de la découverte, dans *N*, de composantes équivalentes correspondant à celles de *B*. Si, au contraire, on remarque en *B* des propriétés ou des aspects qui ne peuvent apparaître isolément, comme, par exemple, la hauteur et l'intensité des tons, il faudra s'attendre au même état de choses en *N*. En un mot, pour tous les détails psychiquement observables de *B*, nous devons rechercher les détails physiques corrélés de *N*.

Bien sûr, je ne soutiens pas qu'une sensation (psychologiquement) simple ne puisse pas être aussi conditionnée par des circonstances très compliquées. Car les circonstances tiendraient ensemble comme les maillons d'une chaîne et ne donneraient pas lieu à une sensation, à moins que la chaîne ne s'étende jusqu'au nerf. Mais comme la sensation peut aussi apparaître sous la forme d'une hallucination, c'est-à-dire lorsqu'aucune circonstance physiquement conditionnée n'est présente à l'extérieur du

corps, on voit qu'un certain processus nerveux, en tant que dernier maillon de la chaîne, est la condition essentielle et immédiate de la sensation. Or, on ne peut penser à une variation de cet état immédiat sans concevoir une variation de la sensation, et *vice versa*. Pour la connexion entre ce lien final et la sensation, nous considérerons comme valable le principe que nous avons posé.

3.

Nous pouvons ainsi établir un principe directeur pour l'investigation des sensations. C'est ce qu'on peut appeler le *principe du parallélisme complet du psychique et du physique*. Selon notre conception fondamentale, qui ne connaît pas de fossé entre les deux domaines (psychique et physique), ce principe va presque de soi ; mais on peut aussi l'énoncer, comme je l'ai fait il y a des années, sans l'aide de cette conception fondamentale, comme un principe heuristique de recherche[46].

Le principe dont je me sers ici va plus loin que la croyance générale très répandue selon laquelle à toute entité psychique correspond une entité physique et *vice versa* ; c'est beaucoup plus spécialisé. La croyance générale en question s'est avérée exacte dans de nombreux cas, et peut être considérée comme probablement exacte dans tous les cas ; elle constitue d'ailleurs le présupposé nécessaire de toute recherche exacte.

[46] Comparez mes articles, « Ueber die Wirkung der räumlichen Vertheilung des Lichtreizes auf die Netzhaut » (A propos de l'effet de la distribution spatiale du stimulus lumineux sur la rétine) (*Sitzungsberichte der Wiener Akadamie*, Vol. LII, 1865) ; plus loin *Reichert's und Dubois' Archiv*, 1865, p. 634, et *Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen* (Principes de la théorie des sensations de mouvement) (Leipzig, Engelmann, 1875, p. 63). Le principe est également implicitement contenu dans un de mes articles dans *Zeitschrift für Philosophie* de Fichte (Vol. XLVI, 1865, p. 5), qui est également imprimé dans mes *Popular Scientific Lectures*, Chicago, Open Court Publishing Co.

En même temps, le point de vue défendu ici est différent de la conception de Fechner du physique et du psychique comme deux aspects différents d'une seule et même réalité. En premier lieu, notre vision n'a pas d'arrière-plan métaphysique, mais correspond seulement à l'expression généralisée d'expériences. Encore une fois, nous refusons de distinguer deux aspects différents d'un *tertium quid*[47] inconnu. Les éléments donnés dans l'expérience, dont nous recherchons la connexion, sont toujours les mêmes et n'ont qu'une seule nature, bien qu'ils apparaissent, selon la nature de la connexion, à un moment comme éléments physiques et à un autre comme éléments psychiques[48]. On m'a demandé si le parallélisme entre psychique et physique n'est pas un non-sens et une simple tautologie, si le psychique et le physique ne sont pas considérés comme essentiellement différents. La question découle d'une mauvaise compréhension de l'analyse que j'ai donnée ci-dessus. Quand je vois une feuille verte (un événement qui est conditionné par certains processus cérébraux), la feuille est bien sûr différente, dans sa forme et sa couleur, des formes, couleurs, etc., que je découvre en

[47] Termes latins utilisés uniquement en anglais (!) et qui font référence à un troisième élément non identifié qui est en combinaison avec deux éléments connus (*https://bit.ly/3MhlOD5*). Un « tertium quid inconnu », comme l'écrit Mach, est un pléonasme (NDT).

[48] Pour les divers aspects du problème du parallélisme, voir l'allocution de C. Stumpf au Congrès de psychologie de Munich (Munich, 1897) ; G. Heymans, « Zur Parallelismusfrage » (Sur la question du parallélisme), *Zeitschrift für Psychologie der Sinnesorgane*, Vol. XVII. ; O. Külpe, « Ueber die Beziehung zwischen körperlichen und seelischen Vorgängen » (Sur la relation entre les processus physiques et mentaux), *Zeitschrift für Hypnotismus*, Vol. VII. ; J. von Kries, *Über die materiellen Grundlagen der Bewusstseinserscheinungen* (Sur les fondements matériels des manifestations de la conscience), Fribourg-en-Brisgau, 1898 ; C. Hauptmann, *Die Metaphysik in der Psychologie* (La Métaphysique en Psychologie), Dresde, 1893.

étudiant un cerveau, bien que toutes les formes, couleurs, etc. sont de même nature en elles-mêmes, n'étant en elles-mêmes ni psychiques ni physiques. La feuille que je vois, considérée comme dépendante du processus cérébral, est quelque chose de psychique, tandis que ce processus cérébral lui-même représente, dans la connexion de ses éléments, quelque chose de physique. Et le principe de parallélisme vaut pour la dépendance du premier groupe d'éléments immédiatement donné vis-à-vis du second groupe, qui n'est constatée qu'au moyen d'une investigation physique qui peut être extrêmement compliquée (cf. p. 53).

4.

J'ai peut-être énoncé le principe sous une forme un peu trop abstraite. Quelques exemples concrets peuvent maintenant aider à l'expliquer. Partout où j'ai une sensation d'espace, soit par la sensation de la vue, soit par celle du toucher, ou de toute autre manière, je suis obligé de supposer la présence d'un processus nerveux du même genre dans tous les cas. Pour toutes les sensations temporelles, aussi, je dois supposer comme des processus nerveux.

Si je vois des figures de taille et de forme identiques, mais de couleurs différentes, je recherche, en liaison avec les différentes sensations de couleur, certaines sensations spatiales identiques et des processus nerveux identiques correspondants. Si deux figures sont similaires (c'est-à-dire si elles produisent des sensations spatiales partiellement identiques), alors les processus nerveux correspondants contiennent également des composants partiellement identiques. Si deux mélodies différentes ont le même rythme, alors, côte à côte avec les différentes sensations de tonalité existent dans les deux cas une sensation de temps identique avec des processus nerveux correspondants identiques. Si deux mélodies de hauteur différente sont identiques, alors les sensations sonores ainsi que leurs conditions physiologiques ont, malgré la hauteur différente, des constituants

identiques. Si la multiplicité apparemment illimitée des sensations de couleur est susceptible d'être réduite, par l'analyse psychologique (auto-observation), à six éléments (sensations fondamentales), une simplification semblable peut être attendue pour le système des processus nerveux. Si notre système de sensations spatiales apparaît sous le caractère d'une variété triple, le système des processus nerveux corrélés se présentera également comme tel.

5.

Ce principe a d'ailleurs toujours été suivi plus ou moins consciemment, plus ou moins systématiquement.

Par exemple, lorsque Helmholtz[49] suppose pour chaque sensation de ton une fibre nerveuse spéciale (avec son processus nerveux correspondant), lorsqu'il résout les sons, ou sons composés, en sensations de ton, lorsqu'il réduit l'affinité des tons composés à la présence d'un ton-sensations semblable (et des processus nerveux), nous avons dans cette méthode de procédure une illustration pratique de notre principe. C'est seulement l'application qui n'est pas complète, comme on le verra plus tard. Brewster,[50] guidé par une analyse psychologique, mais défectueuse, des sensations de couleur, et par des expériences physiques imparfaites[51], a été

[49] Helmholtz, *Die Lehre von den Tonempfimdungen*, Brunswick, Vieweg, 1863. Traduction anglaise par Alex. J. Ellis, Londres, Longmans, Green, & Co., 2e édition, 1885.

[50] Brewster, *A Treatise on Optics*, Londres, 1831. Brewster considérait la lumière rouge, jaune et bleue comme s'étendant sur tout le spectre solaire, bien qu'y étant distribuée avec une intensité variable, de sorte que, à l'œil, le rouge apparaisse aux deux extrémités (le rouge et le violet), jaune au milieu, et bleu à l'extrémité de plus grande réfrangibilité.

[51] Brewster croyait pouvoir altérer par absorption les nuances des couleurs du spectre considérées par Newton comme un résultat simple qui, s'il était correct, détruirait réellement la conception newtonienne. Il a fait ses expériences, cependant, comme l'a

amené à penser que, correspondant aux trois sensations, rouge, jaune et bleu, il n'existait également physiquement que trois sortes de lumière, et que, par conséquent, l'hypothèse de Newton d'un nombre illimité de types de lumière, avec une série continue d'indices de réfraction, était erronée. Brewster a pu facilement tomber dans l'erreur de considérer le vert comme une sensation composée. Mais s'il avait réfléchi que les sensations de couleur peuvent se produire entièrement sans lumière physique, il aurait limité ses conclusions au processus nerveux et laissé intactes les hypothèses de Newton dans le domaine de la physique, qui sont aussi bien fondées que les siennes.

Thomas Young a corrigé cette erreur, du moins en principe. Il a perçu qu'un nombre illimité de types de lumière physique avec une série continue d'indices de réfraction (et de longueurs d'onde) était compatible avec un petit nombre de sensations de couleur et de processus nerveux, – qu'un nombre discret de sensations de couleur répondait au continuum de déflexions dans le prisme (au continuum des sensations spatiales). Mais même Young n'a pas appliqué le principe avec une pleine conscience ou cohérence stricte, tout à fait indépendamment du fait qu'il s'est laissé tromper, dans son analyse psychologique, par des préjugés physiques. Même lui supposa d'abord, comme sensations fondamentales, le rouge, le jaune et le bleu, auxquels il substitua plus tard le rouge, le vert et le violet – induits en erreur, comme l'a admirablement montré Alfred Mayer, de Hoboken[52], par une erreur physique de Wollaston. La

---

montré Helmholtz (*Physiological Optics*), avec un spectre impur.

[52] *Philosophical Magazine*, février 1876, p. III. Wollaston fut le premier à remarquer (1802) les raies sombres du spectre, nommées plus tard d'après Fraunhofer, et crut voir son spectre étroit divisé par la plus forte de ces raies en une partie rouge, verte et violette. Il considérait ces lignes comme les lignes de séparation des couleurs physiques. Young reprit cette conception et substitua à ses sensations fondamentales de rouge, jaune et bleu les couleurs

direction dans laquelle la théorie de la sensation de couleur, qui a atteint un haut degré de perfection grâce à Hering, doit encore être modifiée, a été signalée par moi il y a de nombreuses années dans un autre écrit.

6.

Ici, je me contenterai d'énoncer brièvement ce que j'ai à dire concernant le traitement de la théorie de la sensation de couleur. On rencontre fréquemment l'affirmation, dans des travaux récents, que les six sensations de couleur fondamentales, blanc, noir, rouge, vert, jaune, bleu, adoptées par Hering, ont d'abord été proposées par Léonard de Vinci,

---

rouge, vert et violet. Ainsi, dans sa première conception, Young considérait le vert comme une sensation composite, dans sa seconde, à la fois le vert et le violet comme une sensation simple. Les résultats discutables que peut ainsi donner l'analyse psychologique sont bien propres à détruire la croyance en son utilité en général. Mais il ne faut pas oublier qu'il n'est pas de principe dans l'application duquel l'erreur soit exclue. Ici aussi, la pratique doit être déterminante. La circonstance que les conditions physiques de la sensation donnent presque toujours lieu à des sensations composées, et que les composantes de la sensation apparaissent rarement séparément, rend l'analyse psychologique très difficile. Ainsi, le vert est une simple sensation ; un pigment ou un spectre vert donné, cependant, excitera en règle générale également une sensation concomitante de jaune ou de bleu, et favorisera ainsi l'idée erronée (basée sur les résultats du mélange de pigments) que la sensation de vert est composée de jaune et de bleu. Une étude physique soigneuse est donc aussi une condition indispensable de l'analyse psychologique. D'autre part, l'observation physique ne doit pas être surestimée. La simple observation qu'un pigment jaune et bleu mélangé donne un pigment vert ne peut par elle-même nous déterminer à voir du jaune et du bleu dans le vert, à moins que l'une ou l'autre couleur ne soit réellement contenue en lui. Certes, personne ne voit le jaune et le bleu dans le blanc, même si, en fait, le spectre-jaune et le spectre-bleu mélangés donnent du blanc.

puis par Mach et Aubert. Dès le début, il m'a semblé hautement probable, compte tenu des conceptions qui prévalaient à cette époque, que l'affirmation était fondée sur une erreur, en ce qui concerne Léonard de Vinci. Écoutons ce qu'il dit lui-même dans son *Book of Painting* (Livre de peinture) (N° 254 et 255 dans la traduction de Heinrich Ludwig, *Quellenschriften zur Kunstgeschichte*, Vienne, Braumüller, 1882, vol. XVIII).

« 254. Des couleurs simples, il y en a six. La première est le blanc, bien que les philosophes n'admettent ni blanc ni noir dans le nombre des couleurs, puisque l'une est la cause de la couleur, l'autre de son absence. Mais, *dans la mesure où le peintre ne peut s'en passer*, nous rangerons ces deux-là aussi parmi les autres couleurs et dirons que le blanc est dans cette classification la première des couleurs simples, le jaune la seconde, le vert la troisième, le bleu la quatrième, le rouge la cinquième, le noir la sixième. Et le blanc que nous laisserons représenter la lumière, sans laquelle on ne peut voir aucune couleur, le jaune la terre, le vert l'eau, le bleu l'air, le rouge le feu, et le noir l'obscurité qui est au-dessus de l'élément feu, car dans cet endroit il n'y a pas de matière ou de substance solide sur laquelle les rayons du soleil puissent exercer leur force, et qu'en conséquence ils pourraient illuminer. »

« 255. Le bleu et le vert ne sont pas de simples couleurs en eux-mêmes. Car le bleu est composé de lumière et d'obscurité, comme le bleu de l'air, qui est composé du noir le plus parfait et du blanc parfaitement pur. » « Le vert est composé d'une couleur simple et d'une couleur composée, à savoir de jaune et de bleu. »

Cela suffira à montrer que Léonard de Vinci s'occupe en partie d'observations concernant les pigments, en partie avec les conceptions de la philosophie naturelle, mais pas avec le sujet des sensations fondamentales de couleurs. Les nombreuses observations scientifiques remarquables et subtiles de toutes sortes que contient le livre de Léonard de Vinci conduisent à la conviction que les artistes, et parmi eux surtout lui-même, furent les véritables précurseurs des

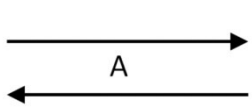
grands savants qui vinrent peu après. Ces hommes furent obligés de comprendre la nature pour la reproduire agréablement. Ils s'observaient et observaient les autres dans l'intérêt du pur plaisir. Pourtant Léonard était loin d'être l'auteur de toutes les découvertes et inventions que Groth, par exemple (*Leonardo da Vinci als Ingenieur und Philosoph*, Berlin, 1874), lui attribue[53].

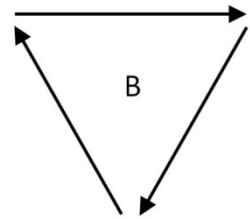
Mes propres remarques éparses concernant la théorie des sensations de couleur étaient parfaitement claires. J'ai supposé les sensations fondamentales blanc, noir, rouge, jaune, vert, bleu et six processus (chimiques) correspondants différents (pas les fibres nerveuses) dans la rétine. (Comparer *Reichert's und Dubois' Archiv*, 1865, p. 633s). En tant que physicien, j'étais naturellement familier avec la relation des couleurs complémentaires. Ma conception, cependant, était que les deux processus complémentaires excitaient ensemble un nouveau processus – le blanc. (*Loc. cit.*, p. 634). Je reconnais volontiers les grands avantages de la théorie de Hering. Ils consistent pour moi en ce qui suit. Premièrement, le processus noir est considéré comme une *réaction* contre le processus blanc. J'apprécie d'autant mieux la facilitation qu'il y a là, car c'est justement le rapport du noir et du blanc qui a présenté pour moi la plus grande difficulté. De plus, le rouge et le vert, ainsi que le jaune et le bleu, sont considérés comme des processus antagonistes qui ne produisent pas un nouveau processus, mais s'annihilent mutuellement. Selon cette conception, le blanc n'est pas produit ultérieurement, mais est déjà présent en amont, et survit encore à l'annihilation d'une couleur par la couleur complémentaire.

Le seul point qui me déplaît encore dans la théorie de Hering, c'est qu'il est difficile de percevoir pourquoi les deux processus opposés du noir et du blanc peuvent être simultanément produits et simultanément ressentis, alors que tel n'est pas le cas du rouge-vert et du bleu-jaune. Cette

[53] Marie Herzfeld, *Leonardo da Vinci, Auswahl aus den veröffentlichten Handschriften*, Leipzig, 1904.

objection a été en partie levée par un développement ultérieur de la théorie de Hering[54].





L'explication complète de cette relation réside sans aucun doute dans la preuve, fournie par W. Pauli, que certains processus dans les substances colloïdales et dans les substances vivantes peuvent être inversés par des processus le long du même chemin, ou « homodrome », comme dans A (Fig. ci-dessus), tandis que d'autres processus ne peuvent être inversés que par des processus opposés suivant une voie différente, ou « hétérodrome », comme dans B[55].

J'ai moi-même montré il y a longtemps que certaines sensations sont liées entre elles par des grandeurs positives et négatives (par exemple, le rouge et le vert), tandis que d'autres ne sont pas dans cette relation (par exemple, le blanc et le noir)[56]. Or toutes les difficultés sont conciliées si l'on suppose, avec Pauli, que les processus opposés tels que supposés par Hering, qui correspondent à la première paire,

---

[54] *Zur Lehre vom Lichtsinne* (Sur l'enseignement du sens de la lumière), Vienne, 1878, p. 122. Cf. également mon article, précédemment cité, dans la *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, vol. LII, 1865, octobre.

[55] W. Pauli, *Der Kolloidale Zustand und die Vorgänge in der lebendigen Substanz* (L'état colloïdal et les processus dans la matière vivante), Brunswick, Vieweg, 1902, pp. 22, 30.

[56] *Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen* (Principes de la théorie des sensations de mouvement), 1895, pp. 57s.

sont homodromes, et que les processus sous-jacents à la seconde paire sont hétérodromes[57].

7.

Les exemples cités suffiront à expliquer la signification du principe de recherche énoncé ci-dessus, et en même temps à montrer que ce principe n'est pas entièrement nouveau. En formulant le principe, il y a des années, je n'avais d'autre but que de rendre tout à fait claire à mon esprit une vérité que j'avais depuis longtemps ressentie instinctivement.

Il m'a semblé une supposition simple et naturelle, voire presque évidente, que la similitude doit être fondée sur une ressemblance ou une identité partielle, et que par conséquent, là où les sensations étaient similaires, nous devions rechercher leurs constituants identiques communs et les processus physiologiques communs correspondants. Je souhaite, cependant, qu'il soit bien clair pour le lecteur que ce point de vue ne rencontre en aucun cas un accord universel. On trouve constamment soutenu dans les livres philosophiques que la ressemblance peut s'observer sans qu'il soit question du tout de tels constituants identiques.

Ainsi un physiologiste[58] peut parler ainsi du principe en discussion : « L'application de ce principe aux problèmes ci-dessus l'amène (Mach) à se demander quel est le facteur physiologique qui correspond aux qualités ainsi postulées ? Maintenant il me semble que, de tous les axiomes et principes, aucun n'est plus douteux, aucun n'est exposé à de plus grands malentendus que ce principe. S'il n'est qu'une périphrase du soi-disant principe de parallélisme, alors il ne

[57] Un exposé récent des vues de Hering se trouve dans *Handbuch der ges Augenheilkunde* (Manuel d'ophtalmologie) de Graefe-Saemisch, Leipzig, 1905, Vol. III.

[58] J. Von Kries, *Ueber die materiellen Grundlagen der Bewusstseinserscheinungen* (Sur les fondements matériels des manifestations de la conscience), Fribourg-en-Brisgau, 1898.

peut être considéré comme nouveau ni particulièrement fécond, et il ne mérite pas l'importance qu'on lui attache. Si, au contraire, on veut dire qu'un élément ou constituant déterminé d'un événement physiologique doit correspondre à tout ce que l'on peut distinguer comme ayant une sorte d'unité psychologique, – à tout rapport, à toute forme, en un mot à tout ce que nous pouvons désigner par une conception générale, – alors cette formulation ne peut être qualifiée que de douteuse et trompeuse. »

Et je suis censé considérer que le principe en question (avec la réserve faite aux pp. 68-9) doit être compris dans ce dernier sens « douteux et trompeur ». Je dois laisser au lecteur le soin de choisir s'il veut m'accompagner plus loin et entrer avec moi dans cette phase préliminaire d'enquête qui est clairement définie par notre principe, ou si, s'inclinant devant l'autorité de mes adversaires, il reviendra en arrière et se contentera de considérer les difficultés qui se présentent à lui. S'il choisit la première alternative, il découvrira, je l'espère, que lorsque des cas plus simples auront été réglés, les difficultés dans les cas de similitude abstraite plus profonde n'apparaissent plus sous un jour aussi formidable qu'auparavant. Tout ce que j'ajouterai pour l'instant, c'est que, dans ces cas plus compliqués de similarité, celle-ci ne provient pas de la présence d'un élément commun, mais d'un système commun d'éléments, comme je l'expliquerai longuement à propos de la pensée conceptuelle (cf. Chapitre 14).

8.

Comme nous ne reconnaissons aucun gouffre réel entre le physique et le psychique, il va de soi que, dans l'étude des organes des sens, des observations physiques générales, aussi bien que des observations biologiques particulières, peuvent être employées. Beaucoup de choses qui nous paraissent difficiles à comprendre lorsque nous établissons un parallèle entre un organe sensoriel et un appareil physique,

deviennent tout à fait évidentes à la lumière de la théorie de l'évolution, simplement en supposant que nous sommes concernés par un organisme vivant avec des mémoires particulières, habitudes et mœurs particulières, qui doivent leur origine à une longue et mouvementée histoire tribale. Les organes des sens eux-mêmes sont un fragment d'âme ; ils font eux-mêmes une partie du travail psychique et remettent le résultat achevé à la conscience. Je vais ici résumer brièvement ce que j'ai à dire sur ce sujet.

9.

L'idée d'appliquer la théorie de l'évolution à la physiologie en général, et à la physiologie des sens en particulier, a été avancée, avant Darwin, par Spencer (1855). Il a reçu une immense impulsion grâce au livre de Darwin *The Expression of Emotions* (L'expression des émotions). Plus tard, P. R. Schuster (1879) discuta de la question de savoir s'il y avait des « idées héritées » au sens darwinien. Moi aussi, je me suis prononcé en faveur de l'application de l'idée d'évolution à la théorie des organes des sens (*Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, octobre 1866). L'une des plus belles et des plus instructives discussions, dans la voie d'une application psychologico-physiologique de la théorie de l'évolution, se trouve dans le Discours d'Anniversaire Académique de Hering, *On Memory as a General Function of Organized Matter* (De la mémoire comme fonction générale de la matière organisée) ; 1870 (traduction anglaise, Open Court Publishing Company, Chicago, 1913).

En fait, mémoire et hérédité coïncident presque dans un même concept si l'on considère que les organismes, qui faisaient partie du corps-parent, émigrent et deviennent la base de nouveaux individus. L'hérédité nous est rendue presque aussi intelligible par cette pensée que, par exemple, le fait que les Américains parlent anglais, ou que leurs institutions étatiques ressemblent à celles de l'anglais à bien des égards, etc. Le problème lié au fait que les organismes

possèdent de la mémoire, une propriété qui fait apparemment défaut à la matière inorganique, n'est évidemment pas affectée par ces considérations, mais existe toujours (cf. Chapitres 5, 11).

Si l'on veut éviter de critiquer injustement la théorie de Hering, il faut remarquer qu'il utilise une conception de la mémoire dans un sens assez large. Il a perçu l'affinité entre les traces durables imprimées sur les organismes par leur histoire de l'espèce, et les impressions plus évanescentes que la vie individuelle laisse derrière elle dans la conscience. Il reconnaît que la réapparition spontanée, en réponse à un léger stimulus, d'un processus une fois mis en place, est essentiellement le même événement, qu'il puisse être observé dans le cadre étroit de la conscience ou non. La perception de ce trait commun à une longue série de phénomènes est un pas en avant essentiel, même si ce trait fondamental lui-même reste encore inexpliqué[59].

Récemment Weismann (*Ueber die Dauer des Lebens* (À propos de la durée de vie), 1882) a conçu la mort comme un phénomène d'hérédité. Ce livre admirable, aussi, a un effet très stimulant. La difficulté que l'on pourrait trouver dans le fait que l'on hérite d'un caractère qui ne peut apparaître dans l'organisme-parent qu'après la fin du processus d'hérédité, réside probablement uniquement dans la manière de l'énoncer. Elle disparaît si l'on considère que le pouvoir de multiplication des cellules somatiques peut augmenter, comme le montre Weismann, au prix de l'accroissement des cellules germinales. On peut donc dire qu'une plus grande durée de vie de la société cellulaire et une propagation moindre sont deux phénomènes d'adaptation qui se conditionnent mutuellement.

Alors que j'étais étudiant au lycée, j'ai entendu dire que les plantes de l'hémisphère sud fleurissent sous nos latitudes, quand c'est le printemps dans leur lieu d'origine. Je me souviens clairement du choc mental que m'a causé cette

[59] R. Semon, *Die Mneme*, Leipzig, 1904.

information. Si c'est vrai, on peut dire en effet que les plantes ont une sorte de mémoire, même s'il faut admettre qu'il s'agit avant tout de la périodicité des phénomènes de la vie. Les mouvements dits réflexes des animaux peuvent s'expliquer d'une manière naturelle comme des phénomènes de mémoire extérieurs à l'organe de la conscience. J'ai été témoin d'un phénomène très remarquable de ce genre – en 1865, je pense – avec Rollett, qui faisait des expériences avec des pigeons dont la cervelle avait été enlevée. Ces oiseaux boivent chaque fois que leurs pieds sont placés dans un liquide froid, que ce liquide soit de l'eau, du mercure ou de l'acide sulfurique. Or, puisqu'un oiseau doit ordinairement mouiller ses pattes lorsqu'il cherche à se désaltérer, on s'aperçoit tout naturellement qu'il s'agit là d'une habitude adaptée à une fin, qui est conditionnée par le mode de vie et fixée par l'hérédité, et qui, même lorsque la conscience est éliminée, a lieu avec la précision d'une horloge sur l'application du stimulus approprié à son excitation. Goltz, dans son merveilleux livre *Die Nervencentren des Frosches* (Les centres nerveux de la grenouille), 1869, et dans des écrits ultérieurs, a décrit de nombreux phénomènes de ce genre.

Je profiterai de cette occasion pour mentionner quelques observations supplémentaires que je rappelle avec beaucoup de plaisir. Aux vacances d'automne de 1873, mon petit garçon m'apporta un moineau âgé de quelques jours, qui était tombé de son nid, et voulut le remonter. Mais la chose n'était pas si facile. La petite créature ne pouvait être induite à avaler, et aurait certainement succombé bientôt aux indignités qui auraient été inévitables en la nourrissant de force. Je tombai alors dans le courant de pensée suivant : « que la théorie darwinienne soit correcte ou non, le nouveau-né périrait certainement s'il n'avait pas les organes spécialement formés et l'impulsion héréditaire de téter, qui sont mis en activité tout à fait automatiquement et mécaniquement par le stimulus approprié. Quelque chose de semblable (sous une autre forme) doit exister également dans le cas de l'oiseau. »

Je me suis efforcé de découvrir le stimulus approprié. Un petit insecte était coincé sur un bâton pointu et se balançait rapidement autour de la tête de l'oiseau. Aussitôt l'oiseau ouvrit son bec, battit des ailes et dévora avidement la nourriture offerte. J'avais ainsi découvert le bon stimulus pour libérer l'impulsion et le mouvement automatique. La créature devint sensiblement plus forte et plus gourmande, elle se mit à arracher la nourriture, et une fois saisit un insecte qui était accidentellement tombé du bâton sur la table ; dès lors, il se nourrit sans cérémonie de lui-même. Au fur et à mesure que son intellect et sa mémoire se développaient, une plus petite partie du stimulus était nécessaire. En accédant à l'indépendance, la créature prit peu à peu toutes les manières caractéristiques des passereaux, qu'elle n'avait certainement pas apprises par elle-même.

Le jour, avec son intellect en éveil, il était très confiant et amical. Le soir, d'autres phénomènes se manifestaient régulièrement. Il est devenu timide. Il cherchait toujours les endroits les plus élevés de la pièce et ne devenait silencieux que lorsqu'il était empêché par le plafond de monter plus haut. Ici encore nous avons une habitude héritée adaptée à une fin. À la venue des ténèbres, son comportement a totalement changé. Lorsqu'il est approché, il ébouriffe ses plumes, se met à siffler et montre toutes les apparences de la terreur et d'une réelle peur physique des fantômes. Cette peur n'est pas non plus sans raison et sans but chez une créature qui, dans des circonstances normales, peut à tout moment être dévorée par quelque monstre.

Cette dernière observation me conforta dans une opinion déjà formée, que la terreur de mes enfants pour les fantômes n'avait pas sa source dans les contes pour enfants, qui leur étaient soigneusement évités, mais était innée. Un de mes enfants regardait avec anxiété un fauteuil qui se tenait dans l'ombre ; un autre évitait soigneusement, le soir, un seau à charbon près du poêle, surtout quand celui-ci se tenait le couvercle ouvert, ressemblant à des mâchoires béantes. La peur des fantômes est la vraie mère des religions. Ni l'analyse

scientifique ni la critique historique minutieuse d'un David Strauss, appliquée aux mythes, qui, pour les esprits forts, sont réfutés avant même d'être inventés, n'élimineront et banniront d'un coup ces choses.

Un motif qui a si longtemps répondu, et dans une certaine mesure répond encore, à des besoins économiques réels (crainte de quelque chose de pire, espoir de quelque chose de mieux), continuera longtemps d'exister dans des pensées instinctives mystérieuses et incontrôlables. Tout comme les oiseaux des îles inhabitées (selon Darwin) n'apprennent la peur de l'homme qu'après le passage des générations, ainsi nous ne désapprendrons, qu'après de nombreuses générations, cette habitude inutile qu'est la chair de poule.

Chaque représentation de Faust peut nous apprendre à quel point nous sommes encore en sympathie secrète avec les conceptions de l'âge de la sorcellerie. La connaissance exacte de la nature et des conditions de cette vie devient peu à peu plus utile à l'homme que la peur de l'inconnu. Et avec le temps, la chose la plus importante pour lui est d'être sur ses gardes contre ses semblables qui veulent l'opprimer violemment ou l'abuser traîtreusement en trompant son entendement et ses émotions.

Je rapporterai ici une autre observation curieuse, dont je suis redevable à mon père (un darwinien enthousiaste et, dans la dernière partie de sa vie, un propriétaire terrien en Carniole). Mon père s'est beaucoup occupé de la culture de la soie, a élevé le yama-maï dans les bois de chêne ouverts, etc. Le ver à soie ordinaire du mûrier a, depuis de nombreuses générations, été élevé à l'intérieur et est par conséquent devenu extrêmement sans défense et dépendant. Lorsque vient le moment de passer à l'état de chrysalide, il est d'usage de donner aux créatures des bottes de paille sur lesquelles elles filent leurs cocons. Or, il vint un jour à mon père de ne pas préparer les bottes de paille habituelles pour une colonie de vers à soie. Le résultat fut que la majorité des vers périrent, et seulement une petite partie, les génies (ceux avec le plus grand pouvoir d'adaptation) filèrent leurs cocons. Si, comme

ma sœur croit l'avoir observé, les expériences d'une génération sont utilisées, à un degré notable, dans la génération suivante, c'est une question qui doit probablement être laissée à une enquête plus approfondie.

Les expériences faites par C. Lloyd Morgan (*Comparative Psychology*, Londres, 1894) avec de jeunes poulets, des canards, etc., montrent que, du moins dans le cas des animaux supérieurs, il n'y a guère d'inné que les réflexes. Le poussin nouvellement éclos se met aussitôt à picorer avec une grande assurance tout ce qu'il voit ; mais il doit apprendre ce qu'il convient de retenir par son expérience individuelle. Plus l'organisme est simple, plus le rôle joué par la mémoire individuelle est faible. De tous ces phénomènes remarquables, nous n'avons pas besoin de dériver le mysticisme de l'Inconscient.

Une mémoire dépassant l'individu (au sens large défini plus haut) les rend intelligibles. – Une psychologie au sens de Spencer-Darwin, fondée sur la théorie de l'évolution, mais étayée par une enquête positive détaillée, donnerait des résultats plus riches que toutes les spéculations précédentes.

Ces observations et réflexions étaient depuis longtemps faites et écrites lorsque le précieux ouvrage de Schneider, *Der thierische Wille* (Les pulsions animales), Leipzig, 1880, qui contient de nombreuses observations et réflexions similaires, fit son apparition. Je suis d'accord avec les détails des discussions de Schneider (dans la mesure où elles n'ont pas été rendues problématiques par les expériences de Lloyd Morgan) presque partout, bien que ses conceptions fondamentales dans les domaines des sciences naturelles en ce qui concerne la relation entre la sensation et le processus physique, la signification de la survie des espèces, etc., sont essentiellement différentes des miennes, et bien que je considère, par exemple, la distinction entre les impulsions de sensation et les impulsions de perception comme tout à fait superflue. Une révolution importante dans nos vues sur l'hérédité peut peut-être être produite par le travail de Weismann, *Ueber die Vererbung* (À propos de l'hérédité), Jena,

1883 (traduction anglaise, *Essays on Heredity and Kindred Biological Problems* (Essais sur l'hérédité et les problèmes biologiques apparentés), Oxford, The Clarendon Press, 1889). Weismann considère l'héritage des caractères acquis par l'usage comme hautement improbable, et trouve dans la variation aléatoire des éléments germinatifs et dans la sélection des éléments germinatifs les facteurs les plus importants.

Quelle que soit l'attitude que l'on adopte à l'égard des théories de Weismann, la discussion initiée par lui doit contribuer à l'élucidation de ces questions. Nul ne refusera de reconnaître l'acuité et la profondeur presque mathématiques de la façon dont il pose le problème, et on ne peut nier que ses arguments ont beaucoup de force. Il fait, par exemple, la remarque extrêmement suggestive qu'il est impossible que les formes particulières et insolites des fourmis asexuées, qu'il faut apparemment rapporter à l'usage et à l'adaptation, et qui d'ailleurs s'écartent si remarquablement des formes de fourmis capables de se propager, doit être produit par l'hérédité des caractères acquis par l'usage[60]. Que les germes eux-mêmes puissent être altérés par des influences extérieures, cela paraît clairement démontré par la formation de nouvelles espèces, qui se maintiennent comme telles, transmettent leurs traits spécifiques par hérédité, et sont elles-mêmes capables de transformation, dans d'autres circonstances. En conséquence, une certaine influence doit certainement être exercée sur le plasma germinatif par le corps qui l'enveloppe (comme Weismann lui-même l'admet). Ainsi, une influence de la vie individuelle sur sa descendance ne peut certainement pas être entièrement exclue, même si une transmission directe à la descendance des résultats de

[60] Mais peut-être les puissantes mandibules des fourmis asexuées sont-elles l'acquisition *originelle* de l'espèce et n'apparaissent-elles que sous une forme atrophiée chez les individus auxquels la propagation de l'espèce est confinée.

l'usage chez l'individu ne peut plus (selon Weismann) être attendue.

En divertissant l'idée que les germes-éléments varient accidentellement, il faut garder à l'esprit que le hasard n'est pas un principe d'action. Lorsque des circonstances périodiques de natures différentes et de périodicités différentes coïncident conformément à des lois causales définies, les circonstances se chevauchent de telle manière que, dans un cas particulier, il est impossible de voir qu'une loi quelconque est impliquée. Mais la loi se révèle au bout d'un temps assez long et permet de calculer sur certaines valeurs moyennes ou probabilités d'effets[61]. Sans un tel principe d'action, le hasard ou la probabilité n'a pas de sens. Et quel principe d'action peut être conçu comme exerçant plus d'influence sur la variation des germes que le corps du parent ? Personnellement, je ne comprends pas comment il est possible que l'espèce succombe à l'influence de circonstances variables, et pourtant que ces circonstances n'affectent pas l'individu. De plus, je suis certain que je varie moi-même avec chaque pensée, chaque souvenir, chaque expérience ; tous ces facteurs changent sans aucun doute tout mon comportement physique[62].

Bien que ce ne soit guère nécessaire, je voudrais ajouter explicitement que je considère la théorie de l'évolution, sous quelque forme que ce soit, comme une hypothèse scientifique de travail, susceptible d'être modifiée et précisée, qui a de la valeur dans la mesure où elle facilite la compréhension provisoire de ce qui est donné dans l'expérience. J'ai été témoin de la puissante impulsion que les travaux de Darwin ont donnée de mon temps non seulement à la biologie, mais à toute la recherche scientifique, et il est peu probable que j'en vienne à sous-estimer la valeur de la théorie de l'évolution.

---

[61] « Vorlesungen über Psychophysik » (Conférences sur la psychophysique), *Zeitschrift für prakt. Heilkunde*, pp. 148, 168, 169, Vienne, 1863.

[62] *Popular Scientific Lectures*, Chicago, Open Court Publishing Co.

Mais je ne me disputerais pas non plus avec quiconque qui abaisserait sa valeur scientifique. Dès 1883 et 1886, j'insistais sur la nécessité d'avancer au moyen de conceptions plus précises, obtenues par l'étude des faits biologiques pour eux-mêmes[63]. Je ne suis donc nullement engagé dans un refus de comprendre des investigations telles que celles de Driesch. Mais si la critique de Driesch, de mon attitude envers la théorie de l'évolution est justifiée[64], je laisse à chacun le soin de décider qui, même après cette critique, a encore de la peine à lire mes ouvrages.

10.

Les conceptions téléologiques, en tant qu'aides à l'investigation, ne sont pas à éviter. Il est vrai que notre compréhension des faits de la réalité n'est pas améliorée en les référant à un but du monde inconnu, lui-même problématique, ou au but tout aussi problématique d'un être vivant. Néanmoins, la question de savoir quelle est la valeur d'une fonction donnée pour l'existence d'un organisme, ou quelles sont ses contributions réelles à la conservation de l'organisme, peut être d'une grande aide dans la compréhension de cette fonction elle-même[65].

---

[63] Cf. *Popular Scientific Lectures* et *Analyse der Empfindungen*, 1886, pp. 34s.

[64] Driesch, *Die organisatorischen Regulationen* (Le règlement d'organisation), pp. 165s, 1901.

[65] De telles conceptions téléologiques m'ont souvent été utiles et instructives. La remarque, par exemple, qu'un objet visible soumis à une intensité d'éclairage variable ne peut être reconnu comme tel que lorsque la sensation excitée dépend du rapport des intensités d'éclairage de l'objet et de l'environnement, rend intelligible toute une série de propriétés organiques de l'œil. (Cf. Hering dans *Handbuch der Augenheilkunde* de Graefe-Saemisch, Vol. III, Ch. 12, pp. 13s). De cette façon, nous comprenons aussi comment l'organisme, dans l'intérêt de sa survie, était obligé de s'ajuster à l'exigence mentionnée et de s'adapter pour ressentir les rapports

Bien sûr, il ne faut pas supposer, pour cette raison, comme beaucoup de darwiniens l'ont fait, que l'on a « expliqué mécaniquement » une fonction, quand on découvre qu'elle est nécessaire à la survie de l'espèce. Darwin lui-même est sans doute tout à fait exempt de cette conception à courte vue. Par quels moyens physiques une fonction est développée, reste encore un problème physique ; tandis que le comment et le pourquoi de l'adaptation volontaire d'un organisme continuent d'être un problème psychologique. La

---

d'intensité lumineuse. La loi dite de Weber, ou la formule psychophysique fondamentale de Fechner, n'apparaît donc pas comme quelque chose de fondamental, mais comme le résultat explicable d'ajustements organiques. La croyance en la validité universelle de cette loi est naturellement abandonnée. J'ai donné les arguments sur ce point dans divers articles. (*Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, Vol. LII, 1865 ; *Vierteljahrsschrijt für Psychiatric*, Neuwied et Leipzig, 1868 ; *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, Vol. LVII, 1868). Dans ce dernier article, partant du postulat du parallélisme entre le psychique et le physique, ou, comme je m'exprimais alors, de la proportionnalité entre le stimulus et la sensation, j'ai abandonné la formule métrique de Fechner (la loi logarithmique), et mis en avant une autre conception de la formule fondamentale, dont je n'ai jamais contesté la validité pour la sensation lumineuse. Cela ressort sans aucun doute de la manière dont ce document est rédigé. On ne peut donc pas dire, comme l'a fait Hering, que je prends partout pour fondement la loi psychophysique, si l'on entend par là la formule métrique. Comment aurais-je pu maintenir la proportionnalité entre stimulus et sensation en même temps que la dépendance logarithmique ? Il me suffisait de rendre mon propos clair ; critiquer et contester en détail la loi de Fechner, je n'en avais, pour de nombreuses raisons évidentes, pas besoin. À proprement parler, je considère que l'expression « proportionnalité » est également inappropriée, puisqu'il ne saurait être question d'une mesure réelle des sensations ; tout ce qu'on peut faire, c'est les caractériser exactement et en faire l'inventaire par des moyens numériques. Cf. ce que j'ai dit de la caractérisation des états de chaleur (*Prinzipien der Wärmelehre* (Principes de la thermodynamique), p. 56).

préservation de l'espèce n'est qu'un point de départ, bien qu'actuel et très précieux, pour la recherche, mais ce n'est en aucun cas le dernier et le plus élevé. Des espèces ont certainement été détruites, et de nouvelles ont certainement surgi. La volonté de recherche de plaisir et d'évitement de la douleur[66], est donc nécessairement dirigée au-delà de la préservation de l'espèce. Cette volonté préserve l'espèce quand c'est avantageux de le faire, et la détruit quand sa survie n'est plus avantageuse. Si elle ne visait qu'à la préservation de l'espèce, elle se déplacerait sans but dans un cercle vicieux, se trompant à la fois elle-même et tous les individus. Ce serait la contrepartie biologique du fameux « mouvement perpétuel » de la physique. La même absurdité est commise par l'homme d'État qui considère l'État comme une fin en soi.

[66] La conception schopenhauerienne du rapport entre la Volonté et la Force peut très bien être adoptée sans y voir rien de métaphysique.

5. PHYSIQUE ET BIOLOGIE. CAUSALITÉ ET TÉLÉOLOGIE

1.

Il arrive souvent que le développement de deux domaines scientifiques différents se fasse parallèlement pendant de longues périodes, sans que l'un d'eux exerce une influence sur l'autre. À l'occasion encore, ils peuvent entrer en contact plus étroit, lorsqu'on s'aperçoit qu'une lumière inattendue est jetée sur les doctrines de l'un par les doctrines de l'autre. Dans ce cas, une tendance naturelle peut même se manifester à laisser le premier champ complètement absorbé par le second[67]. Mais à la période de flot d'espoir, la période de surestimation de ce rapport qui est censé tout expliquer, succède bien vite une période de désillusion, où les deux domaines en question sont à nouveau séparés, et chacun poursuit ses propres buts, posant ses propres questions particulières et appliquant ses propres méthodes particulières. Mais sur chacun d'eux, le contact temporaire laisse des traces durables. Outre l'addition positive à la connaissance, qui n'est pas à dédaigner, la relation temporaire entre elles opère une transformation de nos conceptions, les clarifiant et permettant leur application dans un champ plus large que celui pour lequel elles ont été initialement formées.

[67] Cf. W. Pauli, *Physikalische-chemische Methoden in der Medizin*, Vienne, 1900, où une question connexe, mais plus étroitement limitée, est traitée.

2.

Nous vivons actuellement dans une telle période compliquée de relations croisées, et la fermentation des idées qui en résulte donne lieu à des phénomènes très remarquables. Alors que de nombreux physiciens se préoccupent d'épurer les conceptions physiques par des méthodes psychologiques, logiques et mathématiques, d'autres physiciens, méfiants à l'égard de cette tendance, et plus philosophes que les philosophes eux-mêmes, se présentent comme les défenseurs des vieilles conceptions métaphysiques que les philosophes ont déjà largement abandonnées. Philosophes, psychologues, biologistes, chimistes, tous font les applications les plus étendues du principe de l'énergie et des autres conceptions physiques, avec une liberté que le physicien n'oserait guère user dans son propre domaine. On peut presque dire que les rôles habituels des départements spéciaux ont été intervertis. Le succès de ce mouvement peut être en partie positif et en partie négatif, mais en tout cas il en résultera une détermination plus précise de nos conceptions, une délimitation plus juste de la sphère à laquelle elles s'appliquent, et une idée plus claire de la différence et de l'affinité entre les méthodes des départements concernés.

3.

Nous nous intéressons ici en particulier aux relations entre les domaines physique et biologique au sens le plus large. La distinction entre causes effectives et causes finales, ou fins, date d'Aristote. On a généralement supposé que les phénomènes physiques sont partout déterminés par des causes effectives, et les phénomènes biologiques par des causes finales. L'accélération d'un corps, par exemple, est déterminée uniquement par les causes effectives, – par les circonstances du mouvement, telles que la présence d'autres corps magnétiques ou électriques gravitants. Jusqu'à présent, nous ne sommes pas en mesure de déduire le développement

d'un animal en croissance, ou le développement d'une plante dans ses formes particulières déterminées, ou les actions instinctives d'un animal, des seules causes effectives ; mais de tels faits peuvent être en tout cas partiellement compris si l'on prend en considération le but de l'autoconservation dans les circonstances particulières de la vie de l'organisme. Quelles que soient les réserves théoriques que l'on puisse faire quant à l'application à la biologie de la conception de la finalité, il serait certainement pervers, dans un domaine où la théorie de la « causalité » offre encore des explications aussi imparfaites, de refuser d'utiliser les indices qu'une considération de but met entre nos mains. Je ne sais ce qui oblige la chenille du sphinx à tisser un cocon dont le volet hérissé s'ouvre vers l'extérieur, mais je vois qu'un tel cocon correspond exactement au but de conserver l'existence de la chenille. Je suis loin de pouvoir comprendre « causalement » les nombreux phénomènes remarquables, décrits et étudiés par Reimarus et Autenrieth, du développement et de l'action instinctive des animaux ; mais je les comprends à la lumière du but de préserver l'existence de l'animal dans les conditions particulières de vie concernées.

Ces phénomènes méritent par conséquent attention. Ils se confondent dans l'image que nous nous faisons de la vie de l'organisme comme constituants ineffaçables et ce n'est qu'à travers eux que cette image peut être complétée en un ensemble uni et connecté. Mais ce n'est que tout récemment, – et notamment à travers les recherches de Sachs en physiologie des plantes et, en physiologie animale, à travers les travaux de Loeb sur le géotropisme, l'héliotropisme, le stéréotropisme, etc. – que les relations entre la croissance et l'instinct ont été vraiment expliquées de telle manière que nous pouvons commencer à concevoir ces relations aussi comme « causales ». L'histoire témoigne d'une manière indéniable de l'utilité de la conception du but dans la recherche biologique. Considérons seulement l'investigation de Kepler sur l'œil. Il lui était impossible, compte tenu de la fonction de l'œil, à savoir une vision claire à différentes

distances, de douter de l'existence de l'accommodation ; mais ce n'est que 150 ans plus tard que les processus qui effectuent l'accommodation ont été réellement découverts. Harvey a découvert la circulation du sang au cours d'une tentative de comprendre le but problématique de la position des valves du cœur et des veines.

4.

Même lorsqu'un ensemble de faits a été complètement expliqué téléologiquement, le besoin de le comprendre « causalement » persiste encore. La croyance en la nature complètement différente des deux ensembles que nous considérons, en vertu desquels l'un ne doit être compris que dans un sens causal et l'autre uniquement dans un sens téléologique, n'est pas justifiée. Un complexe de faits physiques est quelque chose de simple, ou du moins dans de nombreux cas peut, à volonté, être expérimentalement représenté sous une forme si simple que les relations immédiates entre ses parties deviennent visibles. Supposons maintenant que nous ayons fait suffisamment de travail dans cet ensemble pour nous avoir permis d'acquérir, quant à la nature de ces relations, des conceptions que nous pensons correspondre universellement aux faits, alors nous sommes logiquement tenus de nous attendre à ce que tout fait particulier qui se présentera corresponde à ces conceptions. Mais cela n'implique aucune nécessité dans la nature[68]. C'est en cela que consiste la compréhension « causale ».

Un complexe de faits biologiques, en revanche, est composé de telle manière que les relations immédiates entre ses parties ne peuvent être appréhendées d'un coup d'œil. En conséquence, nous sommes satisfaits si nous sommes capables de représenter comme étant liées les unes aux autres des parties proéminentes du complexe qui ne sont pas immédiatement liées. Mais l'intellect qui a été entraîné à se

[68] *Prinzipien der Wärmelehre*, 2e édition, Leipzig, 1900, pp. 434, 457.

familiariser avec la relation causale la plus simple rencontre, en l'absence des chaînons intermédiaires, des difficultés qu'il essaie de lever du mieux qu'il peut, – soit en essayant de découvrir ces chaînons intermédiaires, soit en saisissant l'hypothèse d'un tout nouveau type de relations de connexion. Cette dernière alternative est inutile, si nous considérons nos connaissances comme imparfaites et provisoires, et réfléchissons que dans le domaine de la physique des cas absolument analogues se présentent.

Les savants de l'antiquité, en effet, n'ont pas fait cette distinction précise entre les deux ensembles de faits. Aristote, par exemple, conçoit les corps pesants comme cherchant leur position. Héron pense que, par des motifs d'économie, la nature conduit la lumière par les chemins les plus courts et dans les temps les plus courts. Ces enquêteurs n'établissent donc pas de frontière aussi nette entre le physique et le biologique. De plus, par une modification imperceptible de notre pensée, nous pouvons formuler toute question téléologique de manière à exclure complètement la conception du but.

L'œil voit clairement à différentes distances ; l'appareil de vision dioptrique doit donc pouvoir évoluer ; en quoi consiste ce changement ? Les valvules du cœur et des veines s'ouvrent toutes dans le même sens ; ceci étant, la circulation du sang ne peut se faire que dans un sens. Est-ce le fait à prendre en compte ? La théorie moderne de l'évolution a fait sienne cette méthode de la pensée sobre. Même dans les parties très avancées de la physique, au contraire, on rencontre des considérations ayant une grande affinité avec celles des sciences biologiques. La recherche, par exemple, de la possibilité, dans certaines conditions, de vibrations stationnaires (c'est-à-dire de vibrations qui peuvent se maintenir) est depuis quelque temps à un stade avancé. Ce ne sont cependant que des travaux assez récents qui ont précisé la manière dont elles se présentent[69].

[69] Cf. W. C. L. van Schaik, *Ueber die Tonerregung in Labialpfeifen* (À

Nous expliquons le mouvement de la lumière le long des chemins les plus courts au moyen d'une sélection des chemins affectifs. À l'heure actuelle, les conceptions utilisées par les chimistes sont encore plus proches de celles du biologiste. D'après ces conceptions, toutes les combinaisons possibles sont formées par la résolution des éléments ; mais les combinaisons qui ne peuvent être résolues et qui ont un plus grand pouvoir de résistance aux attaques nouvelles, l'emportent sur les autres et survivent. Il semblerait donc qu'il n'y ait pas encore lieu de supposer une différence fondamentale entre les méthodes d'investigation téléologique et causale. La première est simplement une méthode provisoire.

5.

Pour confirmer plus en détail cette conclusion, revenons aux diverses conceptions de la causalité. La vieille conception traditionnelle de la causalité est quelque chose de parfaitement rigide : une dose d'effet succède à une dose de cause. Une sorte de conception pharmaceutique primitive de l'univers s'exprime dans cette conception, comme dans la doctrine des quatre éléments. Le mot même « cause » rend cela clair. Les connexions de la nature sont rarement si simples que, dans un cas donné, nous puissions indiquer une cause et un effet. J'ai donc proposé depuis longtemps de remplacer la conception de cause par la conception mathématique de fonction, – c'est-à-dire par la conception de la dépendance des phénomènes les uns aux autres, ou, plus exactement, la dépendance des caractéristiques des phénomènes les uns sur les autres[70]. Cette conception est

---

propos de la génération du son dans les sifflements labiaux). Rotterdam, 1891 ; V. Hensen, *Annalen der Physik*, 4e série, vol. III, p. 719, 1900.

[70] *Die Geschichte und die Wurzel des Satzes der Erhaltung der Arbeit* (L'histoire et la racine du théorème de conservation de l'énergie),

susceptible de toute extension ou limitation que l'on peut désirer, selon ce qu'exigent les faits étudiés.

Peut-être n'y a-t-il donc pas lieu d'attacher une grande importance aux objections qu'on a pu faire à cette conception[71]. Considérons, à titre d'exemple simple, la relation des masses gravitantes. Si une masse *B* entre en opposition avec une masse *A*, un mouvement de *A* vers *B* s'ensuit. C'est l'ancienne formule. Mais si nous examinons la question avec plus de précision, nous voyons que les masses *A B C D*… déterminent des accélérations mutuelles les unes aux autres, accélérations qui sont donc données dès que les masses sont posées. Les accélérations permettent de déduire les vitesses qui seront atteintes à un instant futur. D'où aussi les positions d'*A B C D*… sont déterminées à chaque instant. Mais la mesure physique du temps repose à son tour sur une mesure de l'espace, à savoir la rotation de la Terre. Nous nous retrouvons donc finalement avec une dépendance mutuelle des positions les unes par rapport aux autres. Ainsi, même dans ce cas le plus simple, l'ancienne formule est incapable d'embrasser la multiplicité des relations qui existent dans la nature.

Prague, Calve, 1872. (Traduction anglaise, *History and Root of the Principle of the Conservation of Energy*, par P. E. B. Jourdain, Chicago, Open Court Publishing Co., 1911.)

[71] De telles objections ont été soulevées par Külpe dans son *Ueber die Beziehungen zwischen körperlichen und seelischen Vorgängen* (Sur la relation entre les processus physiques et mentaux) (*Zeitschrift für Hypnotismus*, Vol. VII, p. 97), également par Cossman dans son *Empirische Teleologie* (Téléologie empirique), Stuttgart, 1899, p. 22. Je ne pense pas que mon point de vue diffère tellement de celui de Cossman, au point qu'une compréhension soit impossible. S'il avait approfondi la question, il aurait vu que j'ai substitué la notion de fonction à l'ancienne notion de causalité, et que la notion de fonction suffit aussi pour les cas qu'il a en vue. Je n'ai plus d'objection à faire à sa « téléologie empirique ». Cf. également C. Hauptmann *Die Metaphysik in der Physiologie*, Dresde, 1893.

De même, dans d'autres cas, tout se résout en relations de dépendance mutuelle[72], sur la forme desquelles bien entendu on ne peut rien dire d'avance, puisqu'il s'agit d'une question qui ne peut être tranchée que par une investigation spécialisée. Avec une relation de dépendance mutuelle, le changement n'est possible que lorsqu'un groupe d'éléments liés peut être considéré comme une variable indépendante. Par conséquent, bien qu'il soit possible de compléter en détail l'image de l'univers d'une manière scientifiquement déterminée lorsqu'une partie suffisante de l'univers est donnée, la science ne peut cependant pas nous dire quel sera le résultat total du processus universel.

Étant donné un système mécanique bien défini (défini, disons, par des forces centrales), avec ses positions et ses vitesses, sa configuration est déterminée en fonction du temps. Nous connaissons sa configuration à tout moment de notre choix, avant et après le moment du commencement, et nous pouvons ainsi prophétiser à la fois vers le passé et vers le futur. Cela ne peut se produire dans les deux cas que lorsqu'aucune perturbation n'intervient de l'extérieur, c'est-à-dire que le système peut être considéré, dans un certain sens, comme un système fermé. On ne peut, en effet, considérer aucun système comme étant complètement isolé du reste de l'univers, dans la mesure où la détermination du temps, et par conséquent aussi celle des vitesses, supposent la dépendance d'un paramètre qui est déterminé par le chemin parcouru par un corps, comme une planète, située en dehors du système. La dépendance actuelle, même si elle n'est pas une dépendance immédiate de tous les processus vis-à-vis de la position d'un corps, nous garantit l'interconnexion de l'univers entier. Des considérations analogues valent pour tout système physique, même lorsqu'il n'est pas conçu comme un système mécanique également. Toutes les relations précisément et clairement reconnues peuvent être considérées comme des relations mutuelles de simultanéité.

[72] Cf. *Erkenntnis und Irrtum* (Connaissance et erreur) (1905), p. 274.

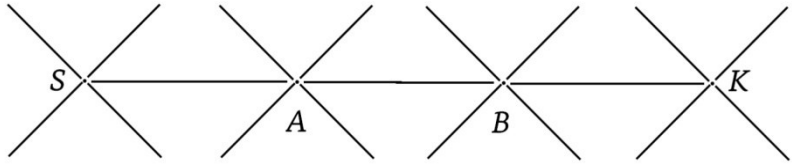


Fig. 1b.

Considérons, par contraste, la conception populaire de la cause et de l'effet. Soit *S* sur la Fig. 1b, qui représente le soleil, qui illumine un corps *K* placé dans n'importe quel milieu. On peut dire alors que le soleil, ou la chaleur du soleil, est la cause d'une élévation de température dans le corps *K*. L'élévation de température suit régulièrement l'éclairement de *K*. Par contre, le corps *K*, ou la variation de sa température, ne peut pas être considérée comme la cause du changement de température du soleil, comme ce serait en fait le cas si *S* et *K* étaient seuls en relation immédiate l'un avec l'autre. Les deux changements seraient alors simultanés et se détermineraient mutuellement. La raison pour laquelle il n'en est pas ainsi est à rechercher dans les maillons intermédiaires, les éléments *A B*, du milieu, qui déterminent les changements non seulement dans *K*, mais aussi dans les autres éléments, qui sont à leur tour déterminés par ces derniers. Ainsi K se trouve dans des relations de détermination mutuelle avec d'innombrables éléments, et seule une partie évanescente de la lumière qu'il réfléchit revient vers le soleil. C'est dans des circonstances analogues qu'il faut chercher la raison pour laquelle un corps *K* projette une image sur la rétine *N*, et crée une sensation visuelle *E*, dont il reste un souvenir, quoique le souvenir ne restitue ni la rétine *N* ni l'ensemble du corps *K*.

Le principal avantage, pour moi, de la notion de fonction sur celle de cause, réside dans le fait que la fonction oblige à une plus grande justesse d'expression, et qu'elle est exempte de l'incomplétude, de l'indétermination et de l'unilatéralité de la cause. La notion de cause est, en effet, une réponse primitive et provisoire à une difficulté. Tout homme de

science moderne doit, je pense, ressentir cela, quand, par exemple, il jette un coup d'œil sur la discussion de J. S. Mill sur les méthodes d'investigation expérimentale. S'il essayait d'appliquer ces méthodes, il n'irait jamais au-delà des résultats les plus rudimentaires. L'éventail des relations fonctionnelles spatiales et temporelles dans lesquelles opèrent nos conjectures peut être l'un de ceux dont les limites sont très éloignées : en partant du présent, nous pouvons essayer de prophétiser dans le futur ou le passé lointain, et nous pouvons faire des conjectures heureuses. Mais plus la distance est grande, moins la base de notre raisonnement doit être sûre. C'est donc, sans préjudice de la grandeur de la conception newtonienne de l'action à distance, un pas en avant très important que la physique moderne, partout où elle le peut, exige qu'une attention particulière soit portée à la continuité spatiale et temporelle.

6.

Il pourrait sembler, d'après ce qui a été dit, que, tant en physique qu'en biologie, la notion de fonction soit tout ce que nous voulons, et que cette notion s'avère égale pour toutes les exigences. Il ne faut pas s'alarmer de la grande différence de point de vue que manifestent les deux sciences, physique et biologie. Des groupes de phénomènes physiques assez étroitement liés, comme l'électricité de frottement et l'électricité galvanique, paraissent si différents qu'à première vue il pourrait sembler impossible de s'attendre à ce que les deux puissent être réduits aux mêmes faits fondamentaux. Les phénomènes magnétiques et chimiques, qui sont à peine observables dans le cas de l'électricité de frottement, et n'y auraient pu être découverts qu'avec peine, sont extrêmement prédominants dans l'électricité galvanique ; tandis qu'à l'inverse, ce n'est que dans le cas des phénomènes magnétiques que les effets pondéromoteurs et de tension se présentent facilement et sans avoir à être recherchés. Or, il est bien connu que chacune de ces deux études complète et

éclaire l'autre, si bien qu'on en est arrivé à découvrir la nature chimique de l'électricité de frottement au moyen de l'électricité galvanique.

Une relation analogue existe aussi entre la physique et la biologie. Les deux contiennent les mêmes faits fondamentaux, mais de nombreux aspects de ces faits ne se révèlent que dans l'un d'eux, tandis que de nombreux autres aspects ne sont perceptibles que dans l'autre, de sorte que la physique, côte à côte avec la biologie, peut aider et éclairer la biologie, et *vice versa*. Nul ne peut nier que l'application de la physique à la biologie n'ait beaucoup accompli ; mais *a contrario* de ces réalisations, il nous faut considérer d'autres cas où ce fut l'apanage de la biologie que de mettre au jour des faits physiques nouveaux (galvanisme, cellules de Pfeffer[73], etc.). La physique accomplira beaucoup plus dans la biologie, si seulement elle accepte que cette dernière lui amène en retour des apports.

7.

Si quelqu'un qui n'est familiarisé qu'avec les sciences physiques se tournait vers l'étude de la biologie et supposait alors qu'un animal développe des organes spéciaux qu'il trouve prêts à être appliqués à quelque fin utile à un stade ultérieur de sa vie, ou qu'il peut accomplir des actions instinctives qu'il ne peut pas avoir apprises et qui ne peuvent que s'exercer à l'avantage des futurs membres de son espèce, ou qu'il adapte sa coloration à son environnement afin d'éviter d'éventuels ennemis futurs, – sur de telles suppositions il arriverait en fait facilement à l'hypothèse que des facteurs tout à fait particuliers soient ici à l'œuvre.

Une excellente raison pour laquelle cette mystérieuse opération du futur et à distance ne peut être comparée à

[73] Wilhelm F. P. Pfeffer (1845-1920) est un botaniste qui a étudié les phénomènes d'osmose cellulaire et les membranes semi-perméables. Wikipédia : *https://bit.ly/3FUaomx* (NDT).

aucune relation physique, c'est que l'opération ne se déroule pas exactement et sans exception, puisque de nombreux organismes se préparent à une étape ultérieure de leur vie, mais sont détruits avant de l'atteindre. Il est impossible de considérer quelque chose qui n'est pas déterminé pour nous, ou qui n'est que partiellement déterminé, à savoir le passé incertain ou l'avenir incertain, comme étant le facteur déterminant d'un processus présent qui se déroule sous nos yeux. Mais quand nous réfléchissons au fait que les processus dans la vie des générations reviennent périodiquement, nous voyons que la conception d'une étape particulière de la vie comme étant dans le futur et opérant à distance est une conception arbitraire et hasardeuse, et que l'étape de la vie en question peut aussi être considérée comme un processus dans le passé, comme quelque chose de donné qui a laissé des traces. De cette façon, l'élément inconnu et incompréhensible est considérablement réduit. Ce que nous avons alors n'est pas un futur possible qui *pourrait* produire un effet, mais un passé qui certainement *s'est* répété un nombre incalculable de fois, et qui *a* certainement produit un effet.

Comme exemple de notre affirmation selon laquelle la physique est capable de coopérer fructueusement à la solution de problèmes apparemment spécifiquement biologiques, nous n'avons qu'à rappeler les progrès remarquables réalisés par l'embryologie expérimentale et le mécanisme du développement avec ses méthodes physico-chimiques[74]. Nous avons un autre fait très remarquable dans la démonstration par O. Wiener de la probable connexion entre la photographie en couleurs et l'adaptation colorimétrique dans la nature[75]. Au moyen d'ondes

[74] Cf. W. Roux, *Vorträge und Aufsätze über Entwickelungsmechanik der Organismen* (Conférences et essais sur la mécanique du développement des organismes), Leipzig, W. Engelmann, 1905.

[75] O. Wiener, « Farbenphotographie und Farbenanpassung in der Natur » (Photographie couleur et correspondance des couleurs dans la nature), Wiedemann's *Annalen*, vol. LV, 1895, p. 225.

lumineuses stationnaires, une stratification peut être formée dans un milieu sensible à la lumière, puis la lumière incidente peut être réfléchie en tant que couleur d'interférence. Mais il existe encore une autre manière par laquelle une coloration correspondant à l'éclairement peut apparaître. Parmi les matériaux sensibles à la lumière, certains peuvent prendre presque toutes les teintes. Lorsque de tels matériaux sont exposés à un éclairage coloré, ils conservent la couleur de l'éclairage, car ils n'absorbent pas les rayons de la même couleur qu'eux-mêmes et, par conséquent, la lumière est incapable de produire d'autres changements dans de tels matériaux.

D'après les observations de Poulton[76], il est probable que de nombreuses couleurs adaptatives des chrysalides apparaissent de cette manière. Ainsi, dans de tels cas, nous n'avons pas besoin de chercher bien loin des moyens qui produisent l'effet, pour trouver le « but » qui est atteint. En évitant toute témérité d'énoncé, on peut dire que l'équilibre est déterminé par les circonstances dans lesquelles il est atteint.

8.

Les conceptions de « cause effective » et de « but » ont toutes deux leur origine dans des conceptions animistes, comme le montre assez clairement l'attitude scientifique de l'Antiquité. Le sauvage, sans doute, ne s'embrouille pas la tête en réfléchissant à ses propres mouvements, qui lui paraissent tout à fait spontanés, naturels et évidents. Mais dès qu'il perçoit des mouvements inattendus et saisissants dans la nature, il interprète instinctivement ces mouvements par analogie avec les siens. De cette façon, la distinction entre sa propre volonté et celle de quelqu'un d'autre commence à

[76] Poulton, *The Colors of Animals* (Les couleurs des animaux), Londres, 1890.

poindre en lui[77]. Peu à peu, les similitudes et les différences entre les processus physiques et biologiques se détachent alternativement, avec une clarté toujours plus grande, sur le fond du schéma fondamental de l'action volontaire. Là où l'action volontaire est consciente, la cause et le but coïncident toujours. Quant aux processus physiques, leur grande simplicité et leur susceptibilité au calcul font progressivement disparaître la conception animiste. Par une série de formes rigides, la conception de cause se confond peu à peu avec les conceptions de dépendance et de fonction. C'est seulement pour les phénomènes de la vie organique, qui offrent moins de résistance à la vue animiste, que la conception du but, la notion d'une activité consciente de sa fin, est encore maintenue ; et là où l'action intentionnelle consciente ne peut être attribuée à l'organisme lui-même, une entité supérieure qui s'efforce d'atteindre un but (la Nature, ou son équivalent) est supposée surveiller l'organisme et guider ses activités.

L'animisme, ou anthropomorphisme, n'est pas un sophisme épistémologique ; si c'était le cas, toute analogie serait une telle erreur. L'erreur réside simplement dans l'application de ce point de vue aux cas dans lesquels les

[77] Une fois, j'ai mis en marche une machine électrique Holtz (un modèle de machine électrostatique – *https://bit.ly/3wojqFj* – NDT) pour le plaisir d'un de mes garçons, quand il avait environ trois ans. Il était ravi par les étincelles dansantes. Mais quand j'ai lâché l'engin et qu'il a continué à tourner tout seul, il a reculé de terreur et a apparemment cru qu'il était vivant : « Ça marche tout seul ! » s'écria-t-il avec effroi. C'est peut-être la même chose avec les chiens quand ils courent en aboyant après chaque chariot en mouvement. (Pour une autre explication plausible, qui n'est pas en accord avec ce point de vue, voir Zell, *Sind die Tiere unvernünftig ?* (Les animaux sont-ils déraisonnables ?) Kosmosverlag, p. 38). Je me souviens comment à l'âge de trois ans environ, j'ai eu très peur lorsque, en pressant la capsule élastique de la graine d'une Balsamine des jardins, elle s'est ouverte et a pincé mon doigt. Elle m'a alors semblé vivante, comme un animal.

prémisses manquent ou ne sont pas suffisantes. La Nature, en produisant l'homme, a créé une profusion d'analogies entre les stades inférieurs et sans doute aussi entre les stades supérieurs de l'évolution.

Lorsqu'un processus qui est complètement déterminé par les circonstances du moment, et qui reste limité à lui-même sans autre conséquence, se produit dans un corps inorganique, ou même dans un corps organique, nous devrions à peine parler d'un but, – comme, par exemple, lorsqu'une sensation de lumière ou une contraction musculaire est excitée par un stimulus. Mais quand la grenouille affamée s'en prend à la mouche qu'elle voit, l'avale et la digère, nous adoptons naturellement la notion d'action intentionnelle. La finalité n'intervient que lorsque les fonctions organiques se résolvent les unes dans les autres, lorsqu'elles sont vues comme interconnectées, comme non limitées à l'immédiat, comme procédant par détours.

Dans la sphère de l'organique, une partie beaucoup plus vaste du processus-univers se manifeste ; nous sommes conscients de l'influence d'un environnement spatial et temporel plus large. C'est pourquoi l'organique est plus difficile à comprendre. La véritable compréhension est atteinte lorsque, et seulement lorsque, nous avons réussi à résoudre le complexe en ses parties immédiatement connectées. En conséquence, les caractéristiques particulières de l'organique ne doivent être considérées que comme des indices provisoires. La lecture des écrits biologiques récents (Driesch, Reinke, etc.), même s'ils s'opposent peut-être à mes propres tendances, ne fait que me conforter dans cette opinion. Et si l'investigation téléologique ne peut être que provisoire, il en est de même de l'investigation historique, puisque toute recherche historique a besoin d'être complétée par une explication causale, – point très justement souligné dans les travaux biologiques de Loeb, et dans les écrits économiques de K. Menger.

9.

Chaque organisme, avec ses parties, est soumis aux lois de la physique. D'où la tentative légitime de concevoir progressivement un organisme comme quelque chose de physique, et d'en établir la considération d'un point de vue « causal » comme seule valable. Mais chaque fois que nous essayons de le faire, nous sommes toujours confrontés aux caractéristiques particulières de l'organique, pour lesquelles aucune analogie ne peut être trouvée dans les phénomènes physiques de la nature « sans vie », dans la mesure où ils ont été étudiés à l'heure actuelle.

Tout organisme est un système capable de maintenir ses propriétés particulières, sa composition chimique, sa température, etc., – face aux influences extérieures, et qui manifeste un état d'équilibre dynamique d'une stabilité considérable[78]. Par une dépense d'énergie, l'organisme est capable de puiser plus d'énergie dans son milieu et de remplacer ainsi la perte d'énergie par une quantité égale ou supérieure[79]. Une machine à vapeur qui devrait aller chercher elle-même son charbon et se chauffer, n'est qu'une image faible et artificielle d'un organisme. L'organisme possède ces propriétés jusque dans ses parties les plus infimes ; il se régénère à partir de ces parties ; c'est-à-dire qu'il grandit et se propage. La physique a donc encore beaucoup de choses à apprendre d'une étude de l'organique avant d'être en mesure de contrôler l'organique[80].

La meilleure image physique d'un processus vivant est encore offerte par une conflagration, ou un processus similaire, qui se transfère automatiquement à

[78] Hering, Vorgänge in der lebendigen Substanz (Processus dans la matière vivante), Lotos, Prague, 1888.

[79] Hirth, Energetische Epigenesis (Épigénèse énergétique), Munich, 1898, pp. x, xi.

[80] Hering, Zur Theorie der Nerventätigkeit (Sur la théorie de l'activité nerveuse), Leipzig, 1899.

l'environnement. Un incendie se maintient, produit sa propre température de combustion, amène les corps voisins à cette température et les entraîne ainsi dans le processus, s'assimile et grandit, se dilate et se propage. En fait, la vie animale elle-même n'est qu'une combustion dans des circonstances complexes[81].

10.

Comparons notre action volontaire avec un mouvement réflexe que nous avons observé en nous-mêmes, et qui nous étonne lorsqu'il se produit, ou avec le mouvement réflexe d'un animal. Dans les deux derniers cas, nous pouvons détecter une tendance à considérer l'ensemble du processus comme physiquement déterminé par les circonstances momentanées de l'organisme. Or ce que nous appelons volition n'est rien de plus que l'ensemble des conditions d'un mouvement qui entrent en partie dans la conscience et se rattachent à une prévision du résultat. Si nous analysons ces conditions, dans la mesure où elles entrent dans la conscience, nous ne trouvons rien de plus que des traces mnésiques d'expériences antérieures et leur interconnexion (association). Il semble que la conservation de telles traces et de leurs associations soit une fonction fondamentale des organismes élémentaires, même si, dans le cas de tels organismes, on ne peut plus parler de conscience ni d'arrangement quelconque dans un système de mémoires.

Si nous pouvions considérer la mémoire et l'association, au sens large de Hering, comme des propriétés fondamentales des organismes élémentaires, alors l'adaptation deviendrait intelligible[82]. Les combinaisons favorables se produisent plus

[81] Cf. Ostwald, *Naturphilosophie*, et l'ouvrage de Roux cité p. 103, ci-dessus.

[82] Hering, *Ueber das Gedächtnis als allegemeine Funktion der organisierten Materie* (De la mémoire comme fonction générale de la matière organisée), Vienne, 1870.

souvent que dans le rapport de probabilité composé et restent associées. La présence de nourriture, la sensation de satiété et les mouvements de déglutition restent liés. Le fait que la phylogenèse se répète dans l'ontogenèse sous une forme abrégée, constituerait un parallèle au phénomène bien connu par lequel les pensées reviennent de préférence sur les chemins qu'elles ont empruntés autrefois, des pensées semblables dans des conditions semblables évoquant des pensées semblables. Nous ne savons pas, en effet, quelles sont les contreparties physiques de la mémoire et de l'association. Toutes les explications qui ont été tentées sont très forcées. À cet égard, il *semble* qu'il n'y ait presque aucune analogie entre l'organique et l'inorganique. Il est cependant possible que, dans la physiologie des sens, l'observation psychologique d'un côté et l'observation physique de l'autre, fassent de tels progrès qu'elles finiront par entrer en contact, et qu'ainsi des faits nouveaux pourront être mis en lumière[83]. Le résultat de cette enquête ne sera pas un dualisme, mais plutôt une science qui, embrassant à la fois l'organique et l'inorganique, interprétera les faits communs aux deux domaines.

[83] J'ai d'abord suggéré provisoirement cette notion, bien que toujours en termes de théories de Fechner, dans le *Kompendium der Physik für Mediziner*, 1863, p. 234.

6. LES SENSATIONS SPATIALES VISUELLES

1.

L'arbre, avec son tronc dur, rugueux et gris, ses nombreuses branches balancées par le vent, ses feuilles lisses, douces et luisantes, nous apparaît d'abord comme un tout indivisible. De la même manière, nous considérons le fruit doux, rond et jaune, le feu chaud et brillant, avec ses multiples langues mobiles, comme une seule chose. Un nom désigne l'ensemble, un mot fait jaillir du fond de l'oubli tous les souvenirs associés à la fois, comme s'ils étaient enfilés sur un seul fil.

Le reflet de l'arbre, du fruit ou du feu dans un miroir est visible, mais non tangible. Lorsque nous détournons le regard ou fermons les yeux, nous pouvons toucher l'arbre, goûter les fruits, sentir le feu, mais nous ne pouvons pas les voir. Ainsi la chose apparemment indivisible se sépare en parties, qui ne sont pas seulement attachées les unes aux autres, mais aussi à d'autres conditions. Le visible est séparable du tangible, de ce qui se goûte, etc.

Ce qui n'est que visible apparaît aussi à première vue comme une seule chose. Mais nous pouvons voir un fruit rond et jaune avec une fleur jaune en forme d'étoile. Un deuxième fruit peut être tout aussi rond que le premier, mais il est vert ou rouge. Deux choses peuvent être de même couleur, mais différentes de forme ; elles peuvent être de couleur différente, mais de forme similaire. Ainsi les sensations de la vue sont séparables en sensations de couleur et en sensations d'espace, qui sont différentes les unes des autres bien qu'elles ne puissent être représentées isolément les unes des autres.

2.

La sensation de couleur, dans les détails de laquelle nous n'entrerons pas ici, est essentiellement une sensation de conditions chimiques favorables ou défavorables de la vie. Dans le processus d'adaptation à ces conditions, la sensation de couleur s'est probablement développée et modifiée[84].

[84] Comparer Grant Allen, *The Color-Sense*, Londres, Trübner & Co., 1879. La tentative de H. Magnus de montrer un développement considérable du sens de la couleur dans les temps historiques ne peut, je pense, être considérée comme heureuse. Immédiatement après la parution des écrits de Magnus, j'ai correspondu avec un philologue, le professeur F. Polle de Dresde, à ce sujet, et nous en sommes bientôt arrivés tous les deux à la conclusion que les vues de Magnus ne pouvaient pas tenir devant l'examen critique des sciences naturelles ou de la philologie. Comme chacun de nous a laissé la publication des résultats de notre discussion à l'autre, ceux-ci n'ont jamais été rendus publics. Entre-temps, cependant, la question a été réglée par E. Krause, et en détail par A. Marty. Je me permettrai de n'ajouter que quelques brèves remarques. À partir de défauts de terminologie nous ne pouvons déduire l'absence de qualités correspondantes de la sensation. Les termes, même aujourd'hui, sont toujours indistincts, flous, défectueux et peu nombreux, où il n'y a pas besoin de discrimination précise. La terminologie des couleurs du paysan d'aujourd'hui, et sa terminologie des sensations en général, n'est pas plus développée que celle des poètes grecs. Les paysans du Marchfeld (une plaine d'Autriche qui fut le théâtre de nombreuses batailles qui scellèrent le destin de l'Europe. Wikipédia : *https://bit.ly/3LrqgxT* – NDT) disent, par exemple, comme je l'ai souvent prouvé par expérience personnelle, que le sel est « acide », parce que l'expression « salé » ne leur est pas familière. La terminologie des couleurs ne doit pas être recherchée chez les poètes, mais dans les ouvrages techniques. Et d'ailleurs, comme l'a fait remarquer mon collègue Benndorf, il ne faut pas prendre une énumération des pigments d'un vase pour une énumération de toutes les couleurs, comme le fait Magnus. Quand on considère la polychromie des anciens Égyptiens et Pompéiens, quand on tient compte du fait que ces décorations ne peuvent guère

La lumière introduit la vie. La chlorophylle verte et l'hémoglobine rouge (complémentaire) jouent un rôle important dans les processus chimiques du corps végétal et dans les réactions chimiques du corps animal. Les deux substances se présentent à nous dans les modifications de teinte les plus variées. La découverte du violet visuel, et les observations en photographie et en photochimie, nous permettent de concevoir les processus visuels également comme des processus chimiques. Le rôle que joue la couleur en chimie analytique, en analyse de spectre, en cristallographie, est bien connu. Il suggère une nouvelle conception des soi-disant vibrations de la lumière, selon laquelle elles devraient être considérées, non comme des vibrations mécaniques, mais comme des vibrations chimiques, comme des unions et des séparations successives, comme un processus oscillatoire du même genre qui se

---

avoir été produites par des daltoniens, quand nous notons que Pompéi a été enterré dans les cendres seulement soixante-dix ans après la mort de Virgile, alors que Virgile, selon cette théorie, est supposé avoir été presque daltonien, le caractère intenable de toute cette conception est suffisamment apparente. La question a été reprise dernièrement, en recourant à des sources plus complètes, par W. Schultz (*Das Farbenemfindungssystem der Hellenen* (Le système de perception des couleurs des Grecs), Leipzig, 1904). Les applications de la théorie darwinienne sont également à faire avec prudence dans une autre direction. Nous aimons à nous représenter une évolution au cours de laquelle le sens de la couleur commence par faire défaut, pour passer à peu de sens de la couleur, comme ces étapes précédant une ultime étape dans laquelle le sens de la couleur est très développé. Pour le débutant, il est naturel de passer du simple au complexe. Mais ce n'est pas nécessairement le chemin de la Nature. Le sens de la couleur existe, et il est probablement variable. Mais s'il s'enrichit ou s'appauvrit, qui peut le dire ? N'est-il pas possible qu'avec l'éveil de l'intelligence et l'utilisation d'artifices, tout le développement soit déplacé vers l'intellect, qui certainement est principalement mis en jeu à partir de maintenant, et que le développement des organes inférieurs de l'homme sera relégué à la seconde place ?

produit, quoique seulement dans une direction, dans les phénomènes photochimiques. Cette conception, qui est largement étayée par des recherches récentes sur les anomalies de dispersion, s'accorde avec la théorie électromagnétique de la lumière. Dans le cas de l'électrolyse, en effet, la chimie donne la conception la plus intelligible du courant électrique en considérant les deux composants de l'électrolyte comme se traversant dans des sens opposés. Il est donc probable que dans une future théorie des couleurs, de nombreux fils biopsychologiques et chimiophysiques seront réunis.

3.

L'adaptation aux conditions chimiques de la vie qui se manifestent par la couleur rend la locomotion bien plus nécessaire que l'adaptation à celles qui se manifestent par le goût et l'odorat. C'est du moins le cas de l'homme, dont il s'agit ici, et sur lequel seul un jugement direct et certain est en notre pouvoir. L'étroite association de la sensation d'espace (un facteur mécanique) avec la sensation de couleur (un facteur chimique) est ainsi rendue intelligible. Nous allons maintenant passer à l'analyse des sensations spatiales optiques.

4.

En examinant deux figures qui sont semblables, mais de couleurs différentes (par exemple, deux lettres de même taille et de même forme, mais de couleurs différentes – Fig. 2, ci-dessous), nous reconnaissons leur similitude de forme au premier coup d'œil, malgré la différence de sensation de couleur. Les perceptions visuelles doivent donc contenir des composants de sensation identiques. Ce sont les sensations spatiales – qui sont les mêmes dans les deux cas.

Fig. 2.

5.

Nous allons maintenant étudier le caractère des sensations spatiales qui conditionnent physiologiquement la reconnaissance d'une figure. Tout d'abord, il est clair que cette reconnaissance n'est pas le résultat de considérations géométriques – qui relèvent, non de la sensation, mais de l'intellect. Au contraire, les sensations spatiales en question servent de point de départ et de fondement à toute géométrie. Deux figures peuvent être géométriquement congruentes, mais physiologiquement assez différentes, comme c'est le cas montré par les deux carrés contigus (Fig. 3), qui ne pourraient jamais être reconnus comme les mêmes sans opérations mécaniques et intellectuelles[85].

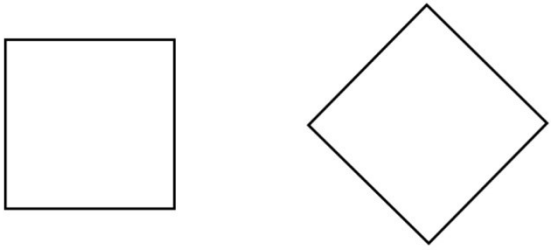


Fig. 3.

[85] Comparez mon bref article, « Ueber das Sehen von Lägen und Winkeln » (Sur la vision des longueurs et des angles), dans la *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, vol. XLIII, 1861, p. 215.

Quelques expériences simples nous rendront familiers avec les relations ici impliquées. Regardez la tache de la Fig. 4. Placez la même tache deux ou plusieurs fois exactement au même endroit dans une rangée (Fig. 5) ; le résultat est une impression particulière et agréable, et nous reconnaissons immédiatement et sans difficulté l'identité de toutes les figures.

Fig. 4.

Fig. 5.

Cependant, lorsque nous tournons suffisamment une tache par rapport à l'autre (Fig. 6), leur identité de forme n'est pas reconnaissable sans assistance intellectuelle.

Fig. 6.

D'autre part, si nous plaçons deux des taches dans des positions symétriques au plan médian de l'observateur (Fig. 7), la relation de forme est remarquablement apparente.

Fig. 7.

Mais si le plan de symétrie s'écarte considérablement du plan médian de l'observateur, comme dans la Fig. 8, l'affinité de forme n'est reconnaissable qu'en retournant la figure ou par un acte *intellectuel*. D'autre part, l'affinité de forme apparaît à nouveau en opposant à une telle tache la même tache tournée d'un angle de 18° dans le même plan (Fig. 9). Dans ce cas, nous avons la symétrie dite centrée.

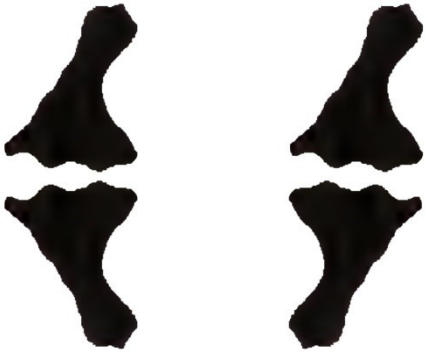


Fig. 8 **Fig. 9.**

Si l'on réduit toutes les dimensions de la tache proportionnellement, on obtient une tache géométriquement semblable. Mais comme le géométriquement congruent n'est pas nécessairement physiologiquement (optiquement) congruent, ni le géométriquement symétrique

nécessairement optiquement symétrique, de même, le géométriquement similaire n'est pas nécessairement optiquement similaire. Ce n'est que lorsque les deux taches géométriquement similaires sont placées l'une à côté de l'autre dans les mêmes positions relatives (Fig. 10), qu'elles apparaîtront également optiquement similaires. Tourner l'une des taches vers la droite détruit la ressemblance (Fig. 11).

Fig. 10

Fig. 11.

Si l'on substitue à l'une des taches une tache symétrique à l'autre par rapport au plan médian de l'observateur (Fig. 12), il se produira une similitude symétrique qui a aussi une valeur optique. La rotation de l'une des figures de 180° dans son propre plan, produisant ainsi une similitude à symétrie centrée, a également une valeur physiologico-optique (Fig. 13).

Fig. 12

Fig. 13.

6.

En quoi consiste maintenant la nature essentielle de la similarité optique, par opposition à la similarité géométrique ? Dans les figures géométriquement similaires,

toutes les distances homologues sont proportionnelles. Mais c'est une affaire d'intellect, pas de sensation. Si l'on place à côté d'un triangle de côtés *a*, *b*, *c*, un triangle de côtés *2a*, *2b*, *2c*, on ne reconnaît pas ce simple rapport entre les deux immédiatement, mais intellectuellement, par la mesure. Si la similitude doit devenir optiquement perceptible, la position appropriée doit être ajoutée. Qu'une simple relation de deux objets pour l'intellect ne conditionne pas nécessairement une similitude de sensation, on peut s'en apercevoir en comparant deux triangles ayant respectivement les côtés *a*, *b*, *c* et *a* + *m*, *b* + *m*, *c* + *m*. Les deux triangles ne se ressemblent pas du tout. De même, toutes les sections coniques ne se ressemblent pas, bien que toutes se tiennent dans une relation géométrique simple les unes par rapport aux autres ; encore moins les courbes du troisième ordre présentent-elles une similarité optique, etc.

7.

La similitude géométrique de deux figures est déterminée par toutes leurs lignes homologues proportionnelles ou par tous leurs angles homologues égaux. Mais pour apparaître optiquement similaires, les figures doivent aussi être situées de manière similaire, c'est-à-dire que toutes leurs directions homologues doivent être parallèles ou, comme nous préférons dire, doivent être les mêmes (Fig. 14).

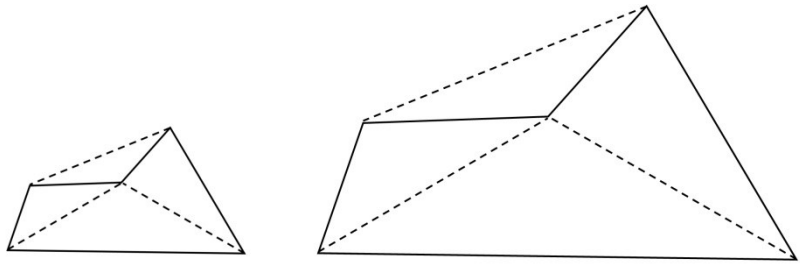


Fig. 14.

L'importance de la direction pour la sensation sera évidente après un examen attentif de la Fig. 3. C'est donc par l'identité de direction que sont déterminées les sensations spatiales identiques qui sont caractéristiques de la similitude physiologico-optique des figures[86].

Nous pouvons nous faire une idée de la signification physiologique de la direction d'une ligne droite ou d'un élément courbe donné, par la réflexion suivante. Soit $y = f(x)$ l'équation d'une courbe plane. On peut lire d'un coup d'œil l'évolution des valeurs de dy/dx sur la courbe, car elles sont déterminées par sa pente ; et l'œil nous donne, de même, des informations qualitatives concernant les valeurs de d^2y/dx^2, car elles sont caractérisées par la courbure. La question se pose naturellement, pourquoi ne pouvons-nous pas arriver à des conclusions immédiates concernant les valeurs d^3y/dx^3, d^4y/dx^4, etc. La réponse est simple. Ce que nous voyons, bien sûr, ce ne sont pas les coefficients différentiels, qui sont une affaire intellectuelle, mais seulement la direction des éléments de la courbe, et la déviation de la direction d'un élément de la courbe par rapport à celle d'un autre. Enfin, puisque nous sommes immédiatement conscients de la similitude des figures se trouvant dans des positions similaires, et que nous sommes également capables de

[86] Il y a une quarantaine d'années, dans une société de physiciens et de physiologistes, j'ai proposé à la discussion la question de savoir pourquoi des figures géométriquement similaires étaient aussi optiquement similaires. Je me souviens très bien de l'attitude prise à l'égard de cette question, jugée non seulement superflue, mais même ridicule. Néanmoins, je suis maintenant aussi fermement convaincu que je l'étais alors que cette question implique tout le problème de la vision de la forme. Qu'un problème ne puisse être résolu s'il n'est pas reconnu comme tel est clair. Dans cette non-reconnaissance, cependant, se manifeste, à mon avis, cette direction mathématico-physique unilatérale de la pensée, qui seule explique l'opposition, de tant de côtés et s'étendant sur tant d'années, au lieu d'une acceptation joyeuse, celle avec laquelle les écrits de Hering ont été reçus.

distinguer immédiatement le cas particulier de la congruence, nos sensations d'espace nous fournissent donc des informations concernant l'identité ou la différence de directions et l'égalité ou l'inégalité des dimensions.

8.

Il est *a priori* extrêmement probable que les sensations d'espace se rattachent, d'une manière ou d'une autre, à l'appareil moteur de l'œil. Sans entrer dans les détails, on peut remarquer d'abord que tout l'appareil oculaire, et surtout l'appareil moteur, est symétrique par rapport au plan médian de la tête. Par conséquent, les mouvements symétriques du regard seront liés à des sensations spatiales similaires ou approximativement similaires.

Les enfants confondent constamment les lettres *b* et *d*, *p* et *q*. Les adultes, eux aussi, ne remarquent pas facilement un changement de gauche à droite, à moins que certains points particuliers d'appréhension pour les sens ou l'intellect ne le rendent perceptible. La symétrie de l'appareil moteur de l'œil est très parfaite. La même excitation de ses organes symétriques ne rendrait guère compte à elle seule de la distinction de droite et gauche. Mais tout le corps humain, en particulier le cerveau, est affecté d'une légère asymétrie, – qui conduit, par exemple, à la préférence d'une main (généralement la droite), dans les fonctions motrices. Et cela conduit, encore une fois, à un développement ultérieur et meilleur des fonctions motrices du côté droit, et à une modification des sensations qui en découlent. Après que les sensations spatiales de l'œil se sont associées, par l'écriture, aux sensations motrices de la main droite, il ne s'ensuit plus une confusion de ces figures à symétrie verticale dont s'occupent l'art et l'habitude d'écrire. Cette association peut même devenir si forte que les souvenirs ne suivent que les pistes accoutumées, et l'on ne lit, par exemple, le reflet de mots écrits dans un miroir qu'avec la plus grande difficulté. La confusion de la droite et de la gauche persiste cependant à

propos de figures qui n'ont pas de motricité, mais seulement un intérêt purement optique (par exemple ornemental).

Une différence notable entre la droite et la gauche doit être ressentie, d'ailleurs, par les animaux, car dans de nombreuses situations difficiles, ils n'ont pas d'autre moyen de s'orienter. De plus, combien semblables sont les sensations liées aux fonctions motrices symétriques, l'observateur attentif le remarquera facilement. Si, par exemple, parce que ma main droite se trouve engagée, je saisis de la main gauche une vis micrométrique ou une clé, je suis certain (sauf réflexion préalable) de la tourner dans le mauvais sens, c'est-à-dire que j'effectue le mouvement qui est symétrique au mouvement habituel, confondant les deux à cause de la similitude de la sensation. Les observations de Heidenhain concernant l'écriture réfléchie des personnes hypnotisées d'un côté doivent également être citées à cet égard.

9.

L'idée que la distinction entre la droite et la gauche dépend d'une asymétrie, et peut-être en dernier ressort d'une différence chimique, est une idée qui m'est venue dès mes premières années. Je l'ai exprimée dans les premières conférences que j'ai jamais prononcées, en 1861. Depuis lors, cette idée s'est imposée à moi encore et encore. J'ai appris par hasard d'un officier de l'armée à la retraite que dans les nuits sombres ou dans les tempêtes de neige, en l'absence de points de repère extérieurs, les troupes se déplacent approximativement dans un cercle de grand rayon de sorte qu'elles reviennent presque à leur point de départ, bien qu'à chaque fois les hommes ont l'impression qu'ils marchent droit devant. Un phénomène analogue est relaté dans le récit de Tolstoï, *Maître et serviteur*.

Il est probable que la seule façon de comprendre ces phénomènes est de supposer une légère asymétrie motrice. Ces phénomènes sont analogues à la manière dont une balle avec une légère déviation de la vraie forme cylindrique roule

dans un cercle de grand rayon. C'est d'ailleurs la manière dont la question est envisagée par F. O. Guldberg[87], qui a mené des recherches détaillées sur les phénomènes présentés à ce propos par des êtres humains et des animaux égarés. Les êtres humains et les animaux qui ont perdu leur direction se déplacent, presque sans exception, presque en cercles, dont les rayons varient selon les espèces, tandis que le centre se trouve tantôt sur la gauche de l'individu en parcourant la circonférence, tantôt sur sa droite, selon l'individu et l'espèce.

Selon Guldberg, nous avons ici un dispositif téléologique pour aider les parents à retrouver leurs petits affamés lorsqu'ils ont été perdus. Des expériences sur les animaux inférieurs, chez qui ce facteur est absent, seraient donc intéressantes. Pour le reste, nous devrions nous attendre, pour des raisons de probabilité générale, à trouver une symétrie imparfaite chez les animaux inférieurs également.

D'autre part, les recherches de Loeb « Sur le sentiment spatial de la main »[88], nous ont appris, entre autres choses, que lorsque les yeux sont bandés, un mouvement donné de la main droite, s'il est imité par la gauche, est toujours reproduit de manière exagérée ou diminuée ; le degré d'exagération ou de diminution variant avec l'individu. Loeb pense que les phénomènes de régénération permettent d'inférer que la distinction entre droite et gauche est spécifique. Je suis certain, cependant, que je ne l'ai jamais considéré personnellement comme une différence motrice purement géométrique et quantitative.

[87] F. O. Guldberg, « Die Zirkularbewegung » (Le mouvement circulaire), *Zeitschrift für Biologie*, Vol. XXV, p. 419, 1897. Le Dr W. Pauli a attiré mon attention sur cet article dans une conversation.

[88] Loeb, « Ueber den Fühlraum der Hand » (À propos de la sensation d'espace de la main), Pflüger's *Archiv*, Vols. XLI et XLVI.

10.

Regarder vers le haut et regarder vers le bas associent des sensations spatiales fondamentalement différentes, comme le montre l'expérience ordinaire. Ceci est d'ailleurs compréhensible puisque l'appareil moteur de l'œil est dissymétrique par rapport à un plan horizontal. La direction de la gravité est aussi si décisive et si importante pour l'appareil moteur du reste du corps que ce fait a assurément aussi trouvé son expression dans l'appareil de l'œil, qui sert le reste. Il est bien connu que la symétrie d'un paysage et de son reflet dans l'eau ne se fait pas sentir. Le portrait d'un personnage familier, renversé, est une aide étrange et déconcertante pour une personne qui ne le reconnaît pas intellectuellement. Si nous nous plaçons derrière la tête d'une personne couchée sur un divan, et nous livrons sans réfléchir à l'impression que le visage fait sur nous, nous trouverons que notre impression est tout à fait étrange, surtout quand la personne parle. Les lettres *b* et *p*, et *d* et *q*, ne sont pas confondues même par les enfants.

Nos remarques précédentes concernant la symétrie, la similarité, etc., s'appliquent naturellement non seulement aux figures planes, mais aussi à celles de l'espace. Nous avons donc encore une remarque à ajouter concernant la sensation d'espace-profondeur. La vue de quelque chose à distance provoque des sensations différentes de la vue de quelque chose à portée de main. Ces sensations ne doivent pas être confondues, en raison de l'importance suprême de la différence entre le proche et le lointain, tant pour les animaux que pour les êtres humains. Ils *ne peuvent pas* être confondus, car l'appareil moteur est dissymétrique par rapport à un plan perpendiculaire à la direction d'avant en arrière. C'est une expérience commune qu'un portrait-buste d'une personne que nous connaissons bien ne peut être remplacé par le moule dans lequel le buste est coulé, et cette expérience est tout à fait analogue aux observations consécutives à l'inversion des objets.

11.

Si nous supposons que des dimensions identiques et des directions identiques excitent des sensations d'espace identiques, et que des directions symétriques par rapport au plan médian de la tête excitent des sensations spatiales similaires, il devient facile de comprendre les faits mentionnés ci-dessus. La ligne droite a, dans tous ses éléments, la même direction et excite partout les mêmes sensations d'espace. C'est là sa valeur esthétique. De plus, les droites situées dans le plan médian ou perpendiculaires à celui-ci sont particulièrement mises en relief par le fait que, grâce à cette position de symétrie, elles se trouvent dans le même rapport avec les deux moitiés de l'appareil visuel. Toute autre position de la ligne droite est ressentie comme une obliquité, comme un écart par rapport à la position de symétrie.

La répétition de la même figure d'espace dans la même position conditionne une répétition de la même sensation d'espace. Toutes les lignes reliant des points homologues proéminents (remarquables) ont la même direction et excitent la même sensation. De même, lorsque des figures simplement géométriquement similaires sont placées côte à côte dans les mêmes positions, cette relation tient. Seule la similitude des dimensions est absente. Mais lorsque les positions sont perturbées, cette relation, et avec elle l'impression d'unité, – l'impression esthétique – sont également perturbées.

Dans une figure symétrique par rapport au plan médian, des sensations spatiales *similaires* correspondant aux directions symétriques prennent la place des sensations spatiales *identiques*. La moitié droite de la figure se trouve dans la même relation avec la moitié droite de l'appareil visuel que la moitié gauche de la figure avec la moitié gauche de l'appareil visuel. Si nous modifions la similitude des dimensions, la sensation de similitude symétrique est

toujours ressentie. Une position oblique du plan de symétrie bouleverse toute la relation.

Si nous tournons une figure de 180°, en la mettant en contraste avec elle-même dans sa position d'origine, une symétrie centrée est produite. C'est-à-dire que si deux paires de points homologues sont connectées, les lignes de connexion se couperont en un point *O*, par lequel, en tant que point de bissection, toutes les lignes reliant les points homologues passeront. De plus, dans le cas de la symétrie centrée, toutes les lignes de connexion entre points homologues ont la même direction, ce qui produit une sensation agréable. Si la similitude des dimensions est éliminée, il reste encore, pour la sensation, la similitude à symétrie centrale.

La régularité paraît n'avoir aucune valeur physiologique particulière, à la différence de la symétrie. La valeur de la régularité ne réside probablement que dans sa symétrie *multiple*, perceptible dans plus d'une *seule* position.

12.

L'exactitude de ces observations apparaîtra en jetant un coup d'œil sur l'ouvrage d'Owen Jones – *A Grammar of Ornament* (Une grammaire de l'ornement – NDT), Londres, 1865. Dans presque chaque planche, on trouve de nouveaux et différents types de symétrie comme un nouveau témoignage en faveur des conceptions avancées ci-dessus. L'art de la décoration, qui, comme la musique instrumentale pure, ne vise aucune fin ultérieure, mais ne sert qu'au plaisir de la forme et de la couleur, est la meilleure source de matière pour nos études actuelles. L'écriture est régie par d'autres considérations que celle de la beauté. Néanmoins, on en trouve parmi les vingt-quatre grandes lettres latines dix à symétrie verticale (A, H, I, M, O, T, V, W, X, Y), cinq à symétrie horizontale (B, C, D, E , K), trois qui sont à symétrie centrale (N, S, Z), et seulement six dissymétriques (F, G, L, P, Q, R).

L'étude de l'évolution de l'art primitif est extrêmement instructive par rapport aux problèmes en discussion. Le caractère de l'art primitif est déterminé, premièrement, par les objets naturels qui s'offrent à l'imitation de l'artiste ; deuxièmement, par le degré d'habileté mécanique atteint ; et enfin par l'effort d'utiliser la répétition sous ses diverses formes[89].

13.

J'ai clairement expliqué brièvement dans des écrits antérieurs la signification esthétique des faits mentionnés ci-dessus, dont le traitement en détail ne faisait pas partie de mon projet. Je ne puis cependant m'empêcher de mentionner que c'est ce qu'a fait un physicien, feu J. L. Soret de Genève, dans un admirable livre publié en 1892[90], dont la voie a été préparée par une conférence qu'il prononça lors de la réunion de l'Association Scientifique Suisse en 1866. Les vues de Soret se rattachent à celles de Helmholtz, et il ne semble pas être au courant de mes théories. Il n'entre pas dans le côté physiologique de la question, mais du côté esthétique son exposé est très copieux et illustré par des exemples appropriés. Il discute de l'effet esthétique de la symétrie, de la répétition, de la similitude et de la continuité, qu'il considère enfin comme un cas particulier de la répétition. Selon lui, de légers écarts de symétrie peuvent plus que compenser pour la perte de satisfaction sensuelle par la multiplicité qu'elles introduisent et par le plaisir esthétique intellectuel lié à cette multiplicité. Ceci est illustré par les ornements sculptés des cathédrales gothiques. Ce plaisir intellectuel est également produit par la symétrie virtuelle ou potentielle que nous

[89] Alfred C. Haddon, *Evolution in Art, illustrated by the Life-histories of Designs* (L'évolution dans l'art, illustrée par les histoires de vie des dessins), Londres, 1895.

[90] J. L. Soret, *Des conditions physiques de la perception du beau*, Genève, 1892.

percevons lorsque la figure humaine ou une autre forme symétrique est placée dans une position asymétrique. Et il n'applique pas seulement ces réflexions aux cas d'optique, mais les étend à tous les domaines, comme je l'ai fait aussi. Il remarque le rythme, la musique, les mouvements, la danse, les beautés de la nature et même la littérature. Particulièrement intéressantes sont ses observations sur les aveugles, que l'Asile pour aveugles de Lausanne lui a donné l'occasion de réaliser. Les aveugles prennent plaisir à la répétition périodique des mêmes formes dans des objets tangibles et ont un sens aigu de la symétrie formelle. Des perturbations frappantes dans la symétrie de la forme leur sont désagréables et parfois même leur paraissent ridicules. Un aveugle, qui avait l'habitude d'étudier une carte à grande échelle de l'Europe en relief, a reconnu ce continent au moyen d'une similitude géométrique lorsqu'il l'a trouvé dans le cadre d'une carte en relief plus grande à une plus petite échelle. Les organes symétriques du toucher, les deux bras et les mains, sont en effet disposés d'une manière analogue aux organes de la vue, de sorte qu'il ne faut pas s'étonner de l'accord.

Même dans l'Antiquité, cet accord ne fut pas sans influence sur les chercheurs, sans parler d'un penseur moderne comme Descartes ; il a même produit un certain nombre de notions malheureuses qui sont en partie opératoires encore aujourd'hui. Le chapitre de Soret sur la littérature semble moins réussi. Certes, en mètre, rime, etc., nous avons des phénomènes semblables à ceux constatés dans les domaines précédemment traités. Mais quand, par exemple, il établit un parallèle entre l'effet de la répétition sextuple de la phrase « Que diable allait-il faire dans cette galère »[91], dans la pièce bien connue de Molière[92], et la répétition d'un motif ornemental, il est probable que peu de gens seront d'accord avec lui. Il est certain que l'effet de cette

[91] En français dans le texte (NDT).

[92] *Les Fourberies de Scapin*.

répétition n'est pas produit par la répétition comme telle, mais par l'exacerbation successive d'un contraste comique, et que par conséquent elle n'est qu'intellectuelle.

Enfin, je voudrais attirer l'attention du lecteur sur un article d'Arnold Emch dans *The Monist* d'octobre 1900, sur les « Mathematical Principles of Aesthetic Forms » (Principes mathématiques des formes esthétiques). Emch donne des exemples attrayants de la manière dont plusieurs formes disposées en série coopèrent pour produire une impression esthétique en observant un seul et même principe géométrique. Il poursuit la ligne de pensée que j'ai effleurée dans ma conférence de 1871, selon laquelle la production selon une règle fixe a un effet esthétique (*Popular Scientific Lectures*, Chicago, Open Court Publishing Co., 1894). Mais à cet endroit j'ai insisté sur ce point, et je voudrais le refaire, que la règle, considérée comme une affaire de l'intellect, n'a pas d'effet esthétique en soi, mais que l'effet dépend de la répétition, déterminée par la règle, d'un seul et même motif sensationnel.

14.

Ici, nous devons encore une fois souligner que les propriétés géométrique et physiologique d'une figure dans l'espace doivent être nettement distinguées. Les propriétés physiologiques sont déterminées par les propriétés géométriques qui coïncident avec celles-ci, mais ne sont pas déterminées uniquement par celles-ci. D'autre part, les propriétés physiologiques ont très probablement donné l'impulsion première aux recherches géométriques. La ligne droite a sans doute d'abord attiré l'attention non pas parce qu'elle est la ligne la plus courte entre deux points, mais à cause de sa simplicité physiologique. Le plan possède également, outre ses propriétés géométriques, une valeur physiologico-optique (esthétique) particulière, qui le fait remarquer, comme on le verra plus loin. La division du plan et de l'espace par des angles droits a non seulement

l'avantage de produire des parties égales, mais encore une valeur de symétrie supplémentaire et spéciale. La circonstance que des figures géométriques congruentes et similaires peuvent être amenées dans des positions où leur relation est physiologiquement ressentie, a sans aucun doute conduit à une recherche plus précoce sur ces types de relations géométriques que sur celles qui sont moins perceptibles, telles que l'affinité, la colinéation et autres. Sans la coopération de la perception sensorielle et de la compréhension, une géométrie scientifique est inconcevable.

Mais H. Hankel a admirablement montré dans son *History of Mathematics* (Histoire des mathématiques, Leipzig, 1874) que dans la géométrie grecque le facteur de l'entendement pur est particulièrement dominant, alors que dans la géométrie indienne le facteur du sens l'emporte. Les Hindous utilisent les principes de symétrie et de similitude (voir par exemple p. 206 du livre de Hankel) avec une généralité totalement étrangère aux Grecs. La proposition de Hankel d'unir la rigueur de la méthode grecque à la perspicacité de l'Indien dans un nouveau mode de présentation est bien digne d'encouragement. De plus, ce faisant, nous devrions ne serait-ce que suivre les traces de Newton et John Bernoulli, qui, même en mécanique, appliquaient le principe de similarité d'une manière encore plus générale. Les avantages que le principe de symétrie offre dans ce dernier domaine, je les ai longuement exposés ailleurs[93].

[93] J'ai donné des discussions moins complètes des principales pensées de ce chapitre dans l'article déjà mentionné, « Ueber das Sehen von Lägen und Winkeln » (Sur la vision des longueurs et des angles) (1861), plus loin dans *Zeitschrift für Philosophie* de Fichte, Vol. XLVI, 1865, p. 5, et dans *The Forms of Liquids* (Les formes des liquides), and *Symmetry* (1872) maintenant également publié dans mes *Popular Scientific Lectures*, traduit par Thomas J. McCormack, Open Court Publishing Co., Chicago, 1894. En ce qui concerne l'utilisation du principe de symétrie en mécanique, comparer mon ouvrage *The Science of Mechanics* (1883), traduit par Thomas J. McCormack, 1893, Open Court Pub Co., Chicago.

7. RECHERCHE AVANCÉE SUR LA SENSATION D'ESPACE

1.

Notre connaissance de la vision spatiale a fait d'importants progrès au cours du XIXe siècle[94], non seulement parce qu'il s'agissait d'un gain en compréhension positive, mais aussi parce que les préjugés accumulés par divers philosophes et physiciens de ce domaine, notamment depuis Descartes, ont été définitivement éliminés, entraînant une libération des idées préconçues, qui est la première condition requise pour faire des découvertes positives.

Johannes Müller[95] a créé la doctrine des énergies spécifiques, et a également avancé avec une grande lucidité la théorie des positions rétiniennes identiques, qui, du reste,

---

[94] Autant que je sache, la matière traitée dans le chapitre précédent n'a pas encore été discutée, sauf dans trois petits ouvrages de mon cru et dans le livre de Soret. Les considérations du présent chapitre sont d'ailleurs, pour moi, fondées sur celles du chapitre précédent. J'indique ici les méthodes par lesquelles j'ai moi-même atteint des idées claires sur la sensation de l'espace, sans prétendre le moins du monde à ce qui a été accompli par d'autres dans ce sens, notamment par la théorie de Hering. L'abondante littérature sur ce sujet m'est d'ailleurs trop imparfaitement connue pour que je puisse donner des références exactes sur tous les points. Le point de la théorie de Hering que je considère comme le plus important, je le signalerai tout particulièrement.

[95] J. Müller, *Vergleichende Physiologie des Gesichtsinnes* (Physiologie comparée du sens visuel), 1826 ; *Handbuch der Physiologie* (Manuel de physiologie), Vol., II., 1840.

remonte clairement jusqu'à Ptolémée[96]. Dans la théorie de Müller, selon laquelle la rétine a des sensations d'elle-même dans sa propre activité, « l'espace visuel » est, pour lui, quelque chose d'immédiatement donné. Mon propre corps apparaît également dans mon champ de vision. Toutes les questions de direction ne peuvent se référer qu'aux positions relatives des parties du champ de vision. La direction de la vision dépend exclusivement de la disposition des parties sensibles de la rétine. Toutes les théories sur la projection et les problèmes sur la raison pour laquelle nous voyons les choses à l'endroit disparaissent. Mais l'estimation de la distance d'un objet vu est, pour Müller, encore de part en part une affaire d'intellect.

Les contributions de Wheatstone[97] à la spectroscopie le conduisirent d'emblée à la conviction que, dans certaines circonstances, les images pouvaient être considérées comme simples, et avec différents degrés de profondeur selon la différence stéréoscopique, non seulement lorsque les images tombaient sur des parties identiques de la rétine, mais aussi quand elles tombaient sur d'autres parties, à condition que la différence entre les parties ne soit pas trop grande. Le résultat fut de jeter le doute sur la doctrine de l'identité et de stimuler la formulation d'explications psychologiques de la façon dont nous arrivons à voir les choses comme ayant de la profondeur. De là est née la théorie de Brücke de la fixation successive dans la vision spatiale, qui à son tour s'est avérée insoutenable par les expériences de Dove sur l'illumination instantanée avec le stéréoscope.

Panum[98] opposa à ces théories des arguments d'une grande force et des expériences admirablement élaborées.

---

[96] *L'Ottica di Claudio Tolomeo*, publié par G. Govi, Turin, 1885.

[97] C. Wheatstone, « Contributions to the Theory of Vision » (Contributions à la théorie de la vision), *Philosophical Transactions* 1838, 1852.

[98] P. L. Panum, *Untersuchungen über das Sehen mit zwei Augen* (Études sur la vision binoculaire), 1858.

Prenant position sur le phénomène de la rivalité binoculaire et sur le rôle prépondérant qu'y jouaient les contours, il en vint à la conclusion que notre vision des choses comme ayant de la profondeur dépend d'une action réciproque, ou « synergie », des deux rétines, et que la sensation de profondeur est une énergie spécifique innée. Plus les deux images monoculaires, et surtout les contours, sont similaires, dans la forme, la couleur et la position, plus elles se confondent d'autant plus facilement en une seule image binoculaire, dont la profondeur est déterminée par la différence stéréoscopique. Mais Panum maintient toujours que cette profondeur correspond à ce qui est donné au moyen des lignes de projection.

C'est à Hering[99] que l'on doit le déblaiement le plus complet des vieux préjugés. Son point de départ est l'idée que notre espace visuel immédiatement donné doit être complètement distingué de l'espace conceptuel que nous obtenons au moyen d'expériences d'un genre spécial. Il prouve par des expériences décisives que la direction dans laquelle nous voyons un objet est différente de la ligne, la ligne de vision ou de projection, entre l'objet et l'image rétinienne. Il y a deux lignes de vision, une pour chaque œil ; mais il n'y a qu'une direction de vision, bissectrice de l'angle formé par ces deux lignes. Il faut penser à cette direction de vision comme partant du point de bissection de la ligne reliant les deux yeux. Afin d'exclure toute référence à l'espace géométrique, on peut le dire ainsi : les deux yeux ensemble voient les mêmes dispositions horizontales et perpendiculaires relatives qu'un seul œil verrait s'il était situé à mi-chemin entre les deux yeux. Supposons que, regardant dans une direction horizontale et avec une

[99] Hering, *Beiträge zur Physiologie* (Contributions à la physiologie), 1861-1865 ; *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1864, 1865 ; « Der Raumsinn und die Bewegungen des Auges » (La sensation d'espace et les mouvements de l'œil), dans *Handbuch der Physiologie* de Hermann, Vol. III, I, 1879.

convergence symétrique, nous fixons notre regard sur un point de la fenêtre ; alors nous voyons ce point dans le plan médian, mais en même temps nous voyons derrière lui, dans le même plan, des objets éloignés de l'autre côté de la vitre. Dans l'expérience stéréoscopique, nous voyons encore des objets devant nous, même lorsqu'il n'y a qu'une légère divergence des axes des yeux, bien que les directions de projection ne conduisent plus à ces objets, ou en tout cas n'aient plus d'éléments physiques ou de signification physiologique. Encore une fois, les distances que nous voyons ne concordent pas avec les résultats de la théorie de la projection.

Lorsque, avec des lignes de vision horizontales, nous tendons des lignes verticales à travers l'horoptère[100] circulaire de Müller, le cylindre ainsi produit nous apparaît comme un plan. Nous voyons non seulement l'image du point fixe ou « noyau », mais aussi la conception collective de tous les points (la « surface-noyau ») représentés dans des positions identiques ou « correspondantes », comme un plan se trouvant devant nous à une distance déterminée.

Il est impossible d'expliquer ces faits et bien d'autres faits analogues à partir de la théorie de la projection. Hering réduit la vision spatiale à un principe simple. Des points identiques ou « correspondants » sur la rétine ont des valeurs de hauteur et de largeur identiques ; les points symétriques sur la rétine, d'autre part, ont des valeurs de profondeur identiques, et ces dernières augmentent des bords extérieurs de la rétine vers l'intérieur. Lorsque la similitude des images monoculaires en termes de couleur, de forme et de position les amène à fusionner en une image binoculaire singulière, l'image binoculaire contient la valeur moyenne des valeurs de profondeur des images individuelles. De telles valeurs moyennes des images individuelles jouent un rôle décisif en

[100] Ensemble des points de l'espace dont les images se forment sur les points correspondants des deux yeux dans l'exercice normal de la vision binoculaire. Wiktionary : *https://bit.ly/3PDF3c4* (NDT).

général, et en particulier en ce qui concerne les directions de vision.

Ces indications doivent nous suffire ici, puisque nous ne pouvons pas maintenant discuter en détail les divers contenus des travaux dans lesquels Hering a posé les fondations assurées sur lesquelles repose ce chapitre[101]. La seule remarque supplémentaire que je ferai, c'est que, selon lui, les deux yeux sont à concevoir comme un seul organe uni, dont les mouvements associés reposent sur un fondement anatomique inné, – un point déjà mis en évidence par Johannes Müller.

Les recherches biologiques et psychologiques[102] se conjuguent pour confirmer la conclusion selon laquelle, en ce qui concerne l'intuition de l'espace, la vision innée peut *a fortiori* se maintenir. Le poussin sort à peine de sa coquille qu'on le voit chez lui dans l'espace et picorant tout ce qui éveille son attention. Pour l'être humain nouveau-né, nous ne pouvons tout au plus supposer qu'un degré inférieur de maturité, mais sinon les conditions doivent être essentiellement les mêmes. Panum a mis en évidence ce point. L'intuition spatiale est donc présente à la naissance. Que nous ne soyons jamais en mesure de l'expliquer, de la manière tentée par Helmholtz, au moyen de l'histoire de l'évolution ou de l'histoire de l'espèce, est une question à part.

Peut-être des indices vers la solution de ce problème peuvent-ils être trouvés dans les faits tirés du développement phylogénétique et de la variation de la correspondance rétinienne (étudiée par Johannes Müller[103]) qui a lieu à la transition entre une espèce animale et une autre. Un autre

---

[101] Parmi les travaux de chercheurs plus jeunes liés aux études d'Hering, ceux de F. Hillebrand présentent un intérêt particulier pour la psychologie.

[102] Stumpf, *Der psychologische Ursprung der Raumvorstellungen* (L'origine psychologique des concepts spatiaux), 1873.

[103] *Vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes* (Physiologie comparée du sens visuel), pp. 106s.

domaine prometteur pour la recherche est présenté par les anomalies pathologiques des personnes qui louchent et les phénomènes d'adaptation à observer dans ces cas[104].

2.

Que la sensation d'espace soit liée aux processus moteurs n'est plus contesté depuis longtemps. Les opinions ne diffèrent que sur la façon dont ce lien doit être compris.

Si deux images congruentes de couleurs différentes tombent successivement sur les mêmes parties de la rétine, elles sont aussitôt reconnues comme des figures identiques. Nous pouvons donc considérer différentes sensations spatiales comme liées à différentes parties de la rétine. Mais que ces sensations d'espace ne soient pas immuablement liées à des parties particulières de la rétine, nous le percevons en bougeant nos yeux librement et volontairement, les objets observés ne changeant ni de position ni de forme, bien que leurs images se déplacent sur la rétine.

Si je regarde droit devant moi, en fixant mes yeux sur un objet *O*, un objet *A*, qui se réfléchit sur la rétine en *a*, à une certaine distance au-dessous du point de vision le plus distinct, me paraît être situé à une certaine hauteur (Fig. 15). Si maintenant je lève les yeux, les fixant sur *B*, *A* conserve son ancienne hauteur. Il apparaîtrait nécessairement plus bas si la position de l'image sur la rétine, ou l'arc *oa*, déterminait seule la sensation d'espace. Je peux porter mon regard

[104] Tschermak, « Ueber anomale Sehrichtungsgemeinschaft der Netzhäute bei Schielenden » (Sur la communauté de direction visuelle anormale des rétines chez les personnes loucheuses), *Archiv* de Graefe, XLVII, 3, p. 508 ; Tschermak, *Ueber physiologische und pathologische Anpassung des Auges* (De l'adaptation physiologique et pathologique de l'œil), Leipzig, 1900 ; Schlodtmann, « Studien über anomale Sehrichtungsgemeinschaft bei Schielenden » (Études sur la communauté de direction visuelle anormale chez les sujets loucheurs), *Archiv* de Graefe, LI, 2, 1900.

jusqu'en *A* et au-delà sans rien changer à cette relation. Ainsi, le processus physiologique qui conditionne l'élévation *volontaire* de l'œil peut se substituer en tout ou en partie à la sensation de hauteur, lui est homogène, ou, en un mot, algébriquement sommable à elle.

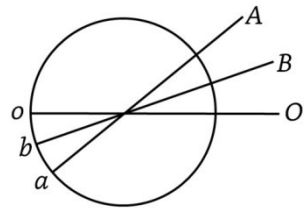


Fig. 15.

Si je tourne mon globe oculaire vers le haut par une légère pression du doigt, l'objet *A* paraît effectivement s'enfoncer, proportionnellement au raccourcissement de l'arc *oa*. La même chose se produit lorsque, par tout autre processus inconscient ou involontaire, – par exemple, par une crampe des muscles de l'œil, – le globe oculaire est tourné vers le haut.

Selon une expérience maintenant familière aux oculistes depuis quelques décennies, les patients atteints de paralysie du muscle externe droit latéral de l'œil vont trop loin vers la droite en tentant de saisir des objets à droite. Puisqu'ils ont besoin d'exercer une plus forte impulsion de la volonté que les personnes aux yeux sains, afin de fixer leur regard sur un objet à droite, cela suggère naturellement l'idée que la volonté de regarder à droite détermine la sensation d'espace optique « à droite ».

Il y a quelques années[105], j'ai mis cette observation sous la forme d'une expérience que chacun peut tenter par soi-

[105] Peu de temps après avoir terminé mes *Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen* (Principes de la théorie des sensations de mouvement) (1875).

même. Que les yeux soient tournés le plus possible vers la gauche et que deux gros morceaux de mastic moyennement dur soient fermement pressés contre le côté droit de chaque globe oculaire. Si, maintenant, nous essayons de regarder rapidement vers la droite, nous n'y parviendrons que très imparfaitement, à cause de la forme imparfaitement sphérique des yeux, et les objets subiront un fort déplacement vers la droite. Ainsi, la simple volonté de regarder à droite confère aux images à certains points de la rétine une plus grande « valeur vers la droite », comme nous pouvons l'appeler par souci de brièveté.

L'expérience est, au premier abord, surprenante. On s'apercevra bientôt, cependant, que les deux faits, – à savoir qu'en tournant volontairement les yeux vers la droite, les objets ne sont pas déplacés, et que par la rotation forcée et involontaire des yeux vers la gauche, les objets sont déplacés vers la droite, – enseignent ensemble la même leçon. Mon œil, que je veux et ne peux pas tourner à droite, peut être considéré comme volontairement tourné vers la droite et obligatoirement retourné par une force extérieure. Le professeur W. James[106] n'est pas parvenu à réussir l'expérience que je viens de mentionner. Je l'ai souvent répétée, et je l'ai toujours trouvée confirmée. Je pense que le fait est certain, mais bien sûr cela ne décide rien quant à son interprétation correcte.

3.

La volonté d'effectuer des mouvements des yeux, de l'influx nerveux à l'acte, est elle-même la sensation d'espace. Cela découle naturellement de la considération précédente[107]. Si

[106] W. James, *The Principles of Psychology* (Les principes de la psychologie), II, p. 509.

[107] Je retiens l'expression qui s'est d'abord imposée à moi (1875), sans intention de préjuger d'une recherche future. Ici et dans ce qui suit, je laisse ouverte la question de savoir si l'influx nerveux est

nous avons une sensation de démangeaison ou de piqûre à un certain endroit de notre peau, par lequel notre attention est suffisamment attirée, nous saisissons immédiatement cet endroit avec la quantité correcte de mouvement. De la même manière, nous tournons nos yeux avec la bonne quantité d'effort vers un objet réfléchi sur la rétine, dès que celui-ci exerce un stimulus suffisant pour attirer notre attention. En vertu d'arrangements organiques et d'un long exercice, nous arrivons immédiatement à l'exact degré d'influx nerveux suffisant pour nous permettre de fixer nos yeux sur un objet réfléchi sur un certain point de la rétine. Si les yeux sont déjà tournés vers la droite, et que nous commençons à porter notre attention sur un objet plus à droite ou à gauche, un nouvel influx nerveux du même genre s'ajoute algébriquement à celui déjà présent. Une perturbation du processus ne survient que lorsque des influx nerveux étrangers, involontaires ou des forces motrices externes sont ajoutées aux influx nerveux déterminés par la volonté.

4.

Il y a des années, alors que j'étais occupé par les questions actuellement en discussion, j'ai remarqué un phénomène particulier, qui n'a pas encore, à ma connaissance, été décrit. Dans une pièce très sombre, nous fixons nos yeux sur une lumière *A*, puis regardons soudainement une lumière plus bas, *B* (Fig. 16). À ce moment-là, la lumière *A* semble effectuer un balayage rapide *A* à *A'* (rapidement terminé) vers le haut. La lumière *B*, bien sûr, fait de même ; mais pour éviter les complications, cela n'est pas indiqué sur le schéma. Le balayage est, bien entendu, une image rémanente, qui n'entre dans la conscience qu'à la fin, ou peu avant la fin, du mouvement du regard, mais – et c'est là le point remarquable – avec des valeurs de position qui correspondent, non pas à la

---

une conséquence de la sensation d'espace, ou *vice versa*. Ils sont certainement étroitement liés.

dernière position, mais aux influx nerveux antérieurs et à la position de l'œil.

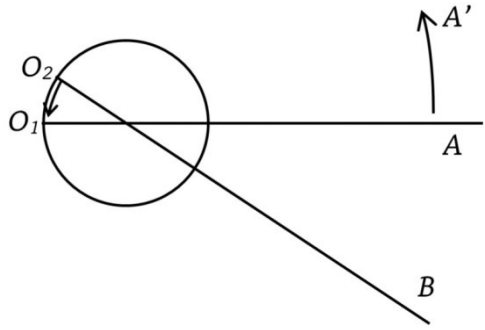


Fig. 16.

Des phénomènes similaires sont souvent observés dans les expériences avec la machine électrique de Holtz. Si l'expérimentateur est surpris par une étincelle lors d'un regard vers le bas, l'étincelle apparaît souvent bien au-dessus des électrodes. S'il produit une image rémanente durable, l'image apparaît, bien entendu, sous les électrodes. Les phénomènes précédents répondent à l'équation dite personnelle des astronomes, sauf qu'ils sont confinés au domaine de la vue. Par quels arrangements organiques cette relation est déterminée doit rester une question ouverte, mais elle est probablement d'une certaine valeur pour empêcher la confusion de position dans les mouvements des yeux[108].

5.

Par souci de simplicité, nous n'avons considéré jusqu'ici que les yeux comme en mouvement, et nous avons considéré la tête et le corps généralement comme au repos. Si, maintenant, nous remuons la tête sans fixer

[108] Pour une explication différente, voir Lipps, *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, Vol. I, p. 60.

intentionnellement les yeux sur aucun objet, les objets vus restent immobiles. Mais en même temps un autre observateur peut remarquer que les yeux, comme des masses inertes et sans frottement, ne participent pas aux mouvements de rotation. Le phénomène est encore plus perceptible si l'on tourne avec un mouvement continu, actif ou passif, autour d'un axe vertical, vu de dessus, disons, dans le sens des aiguilles d'une horloge. Dans ce cas, comme l'a observé Breuer, les yeux ouverts ou fermés tournent, environ dix fois pour un tour complet du corps, dans le sens opposé à celui des aiguilles de l'horloge, avec un mouvement uniforme, et aussi souvent en sens inverse, dans la direction opposée, par saccades.

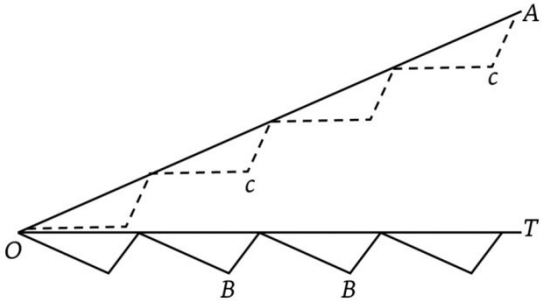


Fig. 17.

Le processus est représenté dans le schéma de la Fig. 17. Sur *O T*, les temps sont mis en abscisse, les angles décrits dans le sens des aiguilles de l'horloge sont mis en ordonnée vers le haut, et les angles décrits dans le sens opposé comme ordonnées vers le bas. La courbe *O A* correspond à la rotation du corps, *O B B* à la rotation relative et *O C C* à la rotation absolue des yeux. Personne, en répétant l'expérience, ne peut éviter de conclure qu'il s'agit ici d'un mouvement automatique (inconscient) des yeux, excité réflexivement par la rotation du corps. Ce mouvement disparaît dès que la rotation passive ne se fait plus sentir. La façon dont elle est provoquée reste, bien entendu, à étudier. Une façon simple de

voir les choses serait qu'il y a deux organes émetteurs d'influx nerveux antagonistes, et que le stimulus qui les atteint tous les deux uniformément lorsque le corps tourne, donne lieu pour l'un à un flux nerveux uniforme, tandis que pour l'autre l'impulsion de son influx nerveux n'est produite qu'au bout d'un certain temps, comme un pluviomètre qui se renverse brusquement lorsqu'il est plein. Il nous suffit, provisoirement, de savoir que ce mouvement compensatoire automatique et inconscient de l'œil est effectivement présent.

Le mouvement compensatoire en forme de roue des yeux, qui se produit lorsque la tête est inclinée d'un côté, est bien connu. Nagel[109] a prouvé qu'elle équivalait entre le dixième et le sixième de l'angle d'inclinaison de la tête. Et récemment Breuer et Kreidl[110] ont fait des expériences similaires dans un appareil rotatif également, avec les résultats suivants : « Nous avons une sensation, comme l'ont soutenu Purkynie et Mach, de la direction de l'accélération des masses. Lorsque cette direction est modifiée par l'interférence d'une accélération horizontale affectant le corps d'un côté, un mouvement rotatif des yeux se produit et persiste aussi longtemps que dure l'interférence. Ce mouvement correspond à 0,5 ou 0,6 de l'angle de déviation. La rotation de l'espace visuel, et l'inclinaison apparente des lignes verticales en oblique, qui ont lieu dans de telles conditions, dépendent donc d'une rotation réelle, mais inconsciente des yeux. »

---

[109] Nagel, « Ueber Kompensatorische Raddrehungen der Augen » (À propos des mouvements de rotations compensatoires des yeux), *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, Vol. XII. , p. 338.

[110] Breuer et Kreidl, « Ueber scheinbare Drehung des Gesichtsfeldes während der Einwirkung einer Zentrifugalkraft » (Sur la rotation apparente du champ visuel sous l'influence d'une force centrifuge), *Archiv* de Pflüger, Vol. LXX, p. 494.

Je dois également mentionner ici deux articles de Crum Browne[111] sur la compensation des mouvements des yeux.

6.

Le mouvement compensateur inconscient plus lent de l'œil (le mouvement saccadé ne laisse derrière lui aucune impression optique) est donc la raison pour laquelle, lorsque la tête est tournée, les objets semblent conserver leur position, – ce qui est, en fait, très important pour l'orientation. Si, maintenant, en tournant la tête, nous tournons aussi volontairement les yeux dans la même direction, en les fixant d'un objet à l'autre, il faut surcompenser l'influx nerveux automatique, involontaire, par l'influx nerveux volontaire. Nous avons besoin du même influx nerveux que si tout l'angle parcouru était décrit par l'œil seul. C'est ainsi que s'explique pourquoi, lorsque nous nous retournons, tout l'espace optique nous apparaît comme un continuum et non comme une agrégation de champs de vision ; et pourquoi, en même temps, les objets optiques restent immobiles. Ce que nous voyons de notre propre corps, en tournant, nous le voyons, pour des raisons évidentes, optiquement en mouvement.

Nous en arrivons ainsi à cette conception d'une très grande importance, celle de notre corps en mouvement dans un espace fixe. Nous comprenons pourquoi, dans nos nombreux détours et divagations dans les rues et dans les immeubles, et dans nos détours passifs en wagon ou dans la cabine d'un navire, même dans l'obscurité, nous ne perdons pas le sens de l'orientation, bien qu'il soit vrai que les coordonnées primaires à partir desquelles nous sommes

[111] Crum Brown, « Note on Normal Nystagmus » (Remarque sur le nystagmus normal), *Proc. of the Royal Society of Edinburgh*, 4 février 1895 ; « The Relation between the Movements of the Eye and the Movements of the Head » (La relation entre les mouvements de l'œil et les mouvements de la tête), *Robert Boyle Lecture*, 13 mai 1895.

partis sombrent graduellement dans l'inconscience, et nous commençons bientôt à faire nos estimations à partir de nouveaux objets autour de nous. Cet état particulier de confusion quant au lieu où nous nous trouvons, parfois en nous réveillant brusquement la nuit, où nous cherchons, impuissants, la fenêtre ou la table, est probablement dû à des rêves de mouvement précédant immédiatement notre réveil.

Des phénomènes analogues à ceux qui se manifestent sur la rotation du corps apparaissent à propos des mouvements du corps en général. Si je bouge la tête ou tout mon corps latéralement, je ne perds pas de vue un objet sur lequel mes yeux sont posés. Celui-ci semble rester immobile, tandis que les objets les plus éloignés subissent un déplacement dans le même sens que celui du corps, et les objets les plus proches un déplacement parallactique[112] dans le sens opposé. Les déplacements parallactiques auxquels nous sommes habitués sont perçus, mais ne nous causent aucune perturbation et sont correctement interprétés. Mais dans l'inversion monoculaire d'un treillis métallique de Plateau[113], les déplacements parallactiques, qui dans le cas présent sont inhabituels quant à la quantité et à la direction, attirent immédiatement l'œil et nous présentent apparemment un objet tournant[114].

[112] Terme qui vient de « parallaxe » et qui signifie le mouvement apparent d'un objet lors d'un déplacement du corps ou lorsqu'on regarde alternativement avec l'œil droit ou gauche (NDT).

[113] Joseph Plateau (1801-1883), physicien et mathématicien, célèbre pour ses recherches sur la persistance rétinienne et ses inventions qui annoncent celle du cinéma (NDT).

[114] Comparez mes « Beobachtungen über monoculare Stereoscopie » (Observations sur la stéréoscopie monoculaire), *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, Vol. LVIII, 1868.

7

Quand je tourne la tête, non seulement je vois tourner la partie que je peux voir (comme on le comprendra immédiatement de ce qui précède), mais je la sens aussi tourner. Cela est dû au fait qu'il existe dans le domaine du toucher des conditions tout à fait analogues à celles du domaine de la vue[115].

[115] L'opinion selon laquelle le sens de la vue et le sens du toucher impliquent, pour ainsi dire, le même sens de l'espace comme élément commun, a été avancée par Locke et contestée par Berkeley. Diderot aussi (*Lettres sur les aveugles*) est d'avis que l'espace-sens de l'aveugle est tout à fait différent de celui d'un voyant. Comparez sur ce point les remarques précises du Dr Th. Loewy (*Common Sensibles. Die Gemeinideen des Gesichts und Tastsinnes nach Locke und Berkeley* (Les idées communes de la vue et du toucher selon Locke et Berkeley), Leipzig, 1884), avec les résultats avec lesquels, cependant, je ne peux pas être d'accord. La circonstance qu'un aveugle de naissance ne distingue pas *visuellement*, après avoir été opéré, conformément à l'expérience proposée par Molyneux, les cubes et les sphères qui lui sont familiers au toucher, ne prouve à mon avis rien du tout contre Locke et rien du tout en faveur de Berkeley et Diderot. Même les personnes qui voient ne reconnaissent les figures qui sont renversées qu'après beaucoup de pratique. Le fait est qu'au premier moment de la vue toutes les associations liées au procédé optique, qui peuvent servir intellectuellement son application, manquent. Un autre point est que, lorsque les stimuli optiques ont été absents pendant une longue période dans la première jeunesse, le développement des ères visuelles centrales peut être arrêté, ou peut-être même une dégénérescence peut-elle avoir lieu, comme l'ont montré les belles observations de Schnabel (« Beitrage zur Lehre von der Schlechtsichtigkeit durch Nichtgebrauch der Augen » (Contributions à la doctrine de la mauvaise vue due à la non-utilisation des yeux), *Berichte des naturwissenschaftlich-medikalischen Vereins in Innsbruck*, Vol. XI, p. 32), et par les expériences de Munk sur des chiots nouveau-nés (*Berliner klinische Wochenschrift*, 1877, n° 35). Même dans le cas de personnes qui ne sont pas réellement aveugles, la sphère visuelle peut être si peu

développée qu'une éducation spéciale est nécessaire pour leur permettre de rendre compte de leur sens de la vue. Le cas du garçon décrit par S. Heller, directeur de l'Institut de Vienne pour les aveugles (*Wiener klinische Wochenschrift*, 25 avril 1901), est probablement un tel cas d'idiotisme optique partiel. Ce n'est donc qu'avec beaucoup de prudence qu'il convient de tirer des conclusions du comportement, après les opérations, des aveugles de naissance. Chesselden, par exemple, rendit compte d'une opération pratiquée sur un aveugle de naissance, qui crut d'abord que tout ce qu'il voyait était en contact avec ses yeux ; on en tirait la fausse conclusion que la perception de la dimension de profondeur dépendait d'expériences extra-optiques. Un accident m'a mis sur la voie de comprendre ce phénomène. Une fois, alors que je me promenais par une nuit noire dans un quartier que je ne connaissais pas, j'avais tout le temps peur de me heurter à un gros objet noir. Cela s'est avéré être une colline distante de plusieurs kilomètres, ce qui a provoqué ce phénomène par mon incapacité à fixer et à adapter ma vue, à peu près de la même manière que les personnes nouvellement opérées doivent être incapables de le faire. Si quelqu'un n'est pas convaincu par sa propre stéréoscopie que la dimension de la profondeur est également donnée optiquement, il est peu probable qu'il soit convaincu par les expériences de personnes tronquées sans bras ni jambes, comme Eva Lark et Kobelkoff (G. Hirth, *Energische Epigenesis*, 1898, p. 165).

Tous les systèmes de sensation spatiale, aussi différents soient-ils, sont reliés par un lien associatif commun, les mouvements qu'ils servent à guider. Si Locke se trompait, comment l'aveugle Saunderson aurait-il pu écrire une géométrie intelligible à ceux qui ne sont pas aveugles ? Il y a sans doute des analogies entre la sensation d'espace donnée par la vue et celle donnée par le toucher. J'ai déjà mentionné quelque chose de ce genre en discutant de l'œuvre de Soret (p. 126, ci-dessus), et nombre de ces phénomènes étaient connus de l'école aristotélicienne. Ainsi, dans la *Parva Naturalia*, nous trouvons mentionnée l'expérience par laquelle une petite balle est ressentie comme double lorsqu'elle est touchée par l'index et le majeur croisés. Chez moi, cette expérience produit un effet encore plus saisissant lorsque je croise les doigts et les déplace de haut en bas avec un petit bâton ; et quand je prends deux bâtons parallèles, et que j'arrange mes doigts de cette façon et les passe

Lorsque je tends la main pour saisir un objet, une sensation de toucher se conjugue à un influx nerveux. Si je regarde vers l'objet, une sensation lumineuse se substitue à la sensation du toucher. Même là où les objets ne sont pas touchés, des sensations cutanées peuvent toujours être perçues lorsque l'attention est tournée vers eux, et celles-ci, combinées avec des influx nerveux changeants, donnent aussi la conception de notre corps comme en mouvement, qui s'accorde tout à fait avec celle acquise par les moyens optiques.

Ainsi, dans les mouvements actifs, les sensations cutanées sont délocalisées, pour dire les choses simplement. Dans les mouvements passifs du corps, des influx nerveux compensatoires réflexes, inconscients et des mouvements de compensation font leur apparition. En tournant vers la droite, par exemple, mes sensations cutanées sont amplifiées par les mêmes influx nerveux qui seraient combinés avec le toucher d'objets en tournant vers la droite. Je me sens tourner à droite. Si je suis passivement tourné vers la droite, l'effort réflexe surgit pour compenser le virage. Soit je reste effectivement immobile et je me sens au repos, soit je réprime le mouvement vers la gauche. Mais pour cela j'ai besoin d'exercer les mêmes influx nerveux volontaires que pour un virage actif vers la droite, qui a aussi la même sensation comme résultat.

---

entre eux, je sens les deux bâtons comme un seul. L'analogie entre voir le simple comme double et voir le double comme simple est ici complète. Mais les différences sont aussi si grandes que la difficulté pour l'homme à la vue normale de se représenter la représentation de l'espace d'un aveugle, puisqu'il introduit toujours ses propres représentations visuelles par voie d'interprétation. Même un esprit aussi aigu que celui de Diderot peut tomber à l'occasion dans l'étrange erreur de nier que les aveugles puissent imaginer l'espace. Cf. les travaux de Loeb sur l'espace tactile (p. 122, ci-dessus) et *Studien zur Blindenpsychologie* (Études en psychologie de l'aveugle) de Heller (Leipzig, 1895). Voir chapitre 9.

8.

Au moment où mon ouvrage sur les *Sensations of Movement* a été écrit, je n'avais pas encore atteint une vue d'ensemble complète de la simple relation ici décrite. J'ai rencontré, par conséquent, des difficultés dans l'explication de certains phénomènes, observés en partie par Breuer et en partie par moi-même, qui sont maintenant faciles à expliquer, et que je vais brièvement exposer. Si un observateur est enfermé dans un réceptacle fermé et que le réceptacle est mis en rotation vers la droite, il apparaîtra à l'observateur comme optiquement en rotation, bien que tout motif d'inférence pour une rotation relative manque. Si ses yeux effectuent des mouvements compensatoires involontaires vers la gauche, les images sur la rétine seront déplacées, de sorte qu'il aura la sensation d'un mouvement vers la droite. Si toutefois il fixe les yeux sur le réceptacle, il doit volontairement compenser les mouvements involontaires, et ainsi encore il a conscience d'un mouvement vers la droite. Il est clair, par conséquent, que l'explication de Breuer du mouvement apparent du vertige optique est correcte, et aussi que ce mouvement ne peut pas disparaître par la fixation volontaire des yeux. Les autres cas de vertige optique signalés dans mon travail peuvent être traités de la même manière[116].

Dans le mouvement volontaire vers l'avant ou la rotation, nous avons non seulement une sensation de chaque position successive des parties de notre corps, mais aussi la sensation beaucoup plus simple d'un mouvement vers l'avant ou d'un retournement. En fait, on ne mélange pas la notion de mouvement en avant des notions de divers mouvements individuels des jambes, ou du moins on n'a pas besoin de le faire. Il y a des cas, en effet, où la sensation du mouvement vers l'avant est sans doute présente tandis que celle des

[116] *Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen* (Principes de la théorie des sensations de mouvement), Leipzig, Engelmann, 1875, p. 83.

mouvements des jambes manque également sans doute. Cela est vrai, par exemple, d'un voyage en chemin de fer, ou même de la pensée d'un voyage, et peut se produire aussi dans le rappel d'un lieu éloigné, etc. La seule explication possible de ceci peut être que la volonté d'avancer ou de tourner, qui fournit aux extrémités leurs impulsions motrices, – impulsions qui peuvent encore être modifiées par des influx nerveux particuliers, – est d'une nature relativement simple. Les conditions existant ici sont probablement analogues, quoique plus compliquées, à celles qui se rattachent aux mouvements des yeux, que Hering a si heureusement interprétées, et sur lesquelles nous reviendrons tout à l'heure.

Nous ne nous tromperons guère si nous supposons que les sensations motrices[117] relativement simples, stimulées par le labyrinthe du cerveau, sont en rapport le plus étroit avec la volonté de se mouvoir. Ces sensations motrices peuvent également correspondre aux sensations de direction que Riehl a postulées et étudiées[118]. L'aveugle les a également avec l'homme à vue normale, et elles forment probablement une partie importante de la base sur laquelle repose la compréhension de l'espace tactile.

J'ai résumé une série d'observations sur les sensations optiques et les sensations motrices en ces mots : « Il semble que l'espace visuel se transformerait en un second espace, tenu pour immobile, bien que ce second espace soit caractérisé par une absence complète de visibilité. » L'espace qui se construit à partir des sensations motrices semble, en fait, être l'espace originel[119].

À cette époque, j'étais préoccupé par les méthodes physiques de la pensée, et j'étais par conséquent enclin à croire que les sensations d'accélération progressive se comportaient d'une manière tout à fait analogue aux sensations d'accélération angulaire. Et en fait tout physicien

---

[117] *Bewegungsempfindungen*, p. 124.

[118] Riehl, *Der philosophische Kritizismus*, Vol. II, p. 143.

[119] *Bewegungsempfindungen*, p. 26.

qui étudie ce sujet est amené à penser à la fois aux trois équations du mouvement de rotation d'un corps et aux trois équations de son mouvement de translation. Je croyais en outre que, conformément au principe de l'énergie spécifique, nous devions assumer des sensations particulières de la position de la tête.

Breuer[120], dans une recherche ultérieure, a rendu probable le fait que les sensations d'accélération progressive s'évanouissent beaucoup plus vite que celles d'accélération angulaire, et que peut-être l'organe de la première, du moins chez l'homme, est atrophié. De plus, Breuer constate que, à l'exception des canaux semi-circulaires, *B*, l'appareil otolithique, *O*, avec ses plans de glissement correspondant aux plans des canaux semi-circulaires, est le seul organe adapté à la signalisation des accélérations progressives et de la position simultanément. Les trois composantes de la pesanteur correspondant aux trois plans de glissement caractérisent la position de la tête. Toute altération de la position altère ces composantes, et met instantanément en marche l'appareil des canaux semi-circulaires. Mais les accélérations progressives modifient ces composants sans solliciter les canaux semi-circulaires. Par conséquent, selon Breuer, les trois combinaisons, *O* seul, *O* + *B* et *B* seul, suffiraient à la décision de tous les cas. Ainsi cette théorie, si elle peut être maintenue, serait une simplification importante.

Si j'avais encore en mon pouvoir de faire des expériences, je soumettrais les sensations motrices en elles-mêmes à une investigation renouvelée et approfondie. La différence dans le comportement des sensations d'accélérations angulaires et progressives me semble maintenant significative. L'accélération de la rotation donne lieu à une sensation qui, longtemps après que l'accélération soit devenue nulle, persiste avec une force décroissante qu'on peut mesurer

[120] Breuer, « Ueber die Funktion des Otolithen-Apparates » (Sur la fonction de l'appareil otolithe), *Archiv* de Pflüger, Vol. XLVL, p. 195.

quantitativement[121]. L'accélération progressive n'est ressentie dans sa forme pure que dans le cas d'une accélération verticale de la chute ou de la montée. Lorsque l'accélération disparaît, la sensation disparaît également rapidement. Le moyen le plus simple de produire une accélération constante dans une direction constante par rapport au corps est la rotation uniforme. Bientôt nous n'avons plus aucune sensation de rotation uniforme. Mais une accélération centrifuge constante n'évoque pas non plus l'illusion de s'envoler dans sa direction, mais évoque plutôt la sensation de changement de position, sensation qui s'évanouit à nouveau immédiatement avec la disparition de l'accélération centrifuge. Est-ce à dire que l'accélération progressive s'épuise comme stimulus, ou que lorsque le stimulus devient constant la sensation change de caractère ? Dans ce cas, nous aurons à supposer que la sensation se compose de deux éléments.

Nous avons des sensations, non pas de mouvement uniforme, mais seulement d'accélération. Aux éléments du changement de vitesse progressive et angulaire correspondent des éléments des sensations motrices ; et, parmi celles-ci, celles du moins qui correspondent à des vitesses angulaires persistent avec une force graduellement décroissante, et de plus sont sommables algébriquement, tout comme les sensations correspondant à des vitesses progressives ; de sorte qu'une sensation ρ, correspondant au changement total de vitesse, et par conséquent à la vitesse atteinte v, est corrélée avec un mouvement, ordinairement de vitesse nulle vers le haut, qui s'établit en peu de temps[122]. À présent, l'ensemble des impressions visuelles et tactiles que nous avons passées en revue augmente avec ρ et avec le temps t. Il ne faut donc pas s'étonner que l'expérience nous apprenne à interpréter conceptuellement ρ comme une vitesse et ρt comme une trajectoire, même si bien sûr ρ en soi

[121] *Bewegungsempfindungen*, p. 96, Expérience 2.

[122] *Bewegungsempfindungen*, pp. 116s.

n'a rien à voir avec des concepts de mesure spatiale. De cette façon, il me semble que nous nous débarrassons du dernier paradoxe subsistant dans la théorie des sensations motrices. Ce paradoxe me troublait encore en 1875, et je vois qu'il en a aussi troublé d'autres[123].

9.

Les expériences et réflexions suivantes, qui font suite à une de mes publications antérieures[124], nous aideront peut-être à obtenir une vue correcte de ces phénomènes.

Si nous nous plaçons sur un pont et regardons fixement l'eau qui coule en dessous, nous aurons généralement la sensation d'être nous-mêmes au repos, tandis que l'eau semblera en mouvement. Toutefois, une observation prolongée, comme on le sait, donne presque invariablement la sensation que tout à coup le pont, avec l'observateur et tout son environnement, commence à se déplacer dans la direction opposée à celle de l'eau, tandis que l'eau prend l'apparence d'être au repos[125]. Le mouvement relatif des objets est dans les deux cas le même, et il doit donc y avoir une raison physiologique adéquate pour qu'à un moment donné, et à un autre moment, une partie d'entre eux soit perçue en mouvement. Afin d'étudier la question à loisir, j'ai fait construire l'appareil simple qui est représenté à la Fig. 18.

---

[123] *Bewegungsempfindungen*, p. 122.

[124] *Bewegungsempfindungen*, p. 85.

[125] Comme nous le savons tous, les formes les plus variées d'une même impression s'obtiennent au milieu de plusieurs trains de chemin de fer dont les uns sont en mouvement et les autres à l'arrêt. Il y a peu de temps, en faisant une excursion en bateau à vapeur sur l'Elbe, j'ai été étonné d'avoir l'impression, juste avant d'accoster, que le navire s'immobilisait et que tout le paysage se dirigeait vers lui, – expérience qui se comprendra aisément d'après ce suit.

Une toile cirée imprimée d'un motif simple est tirée horizontalement sur deux rouleaux de deux mètres de long et fixés à trois mètres l'un de l'autre dans des roulements, et est maintenue en mouvement uniforme au moyen d'une manivelle. À travers la toile cirée et à environ trente centimètres au-dessus, est tendue une ficelle *ff* avec un nœud K, qui sert de point de fixation pour l'œil de l'observateur placé en A.

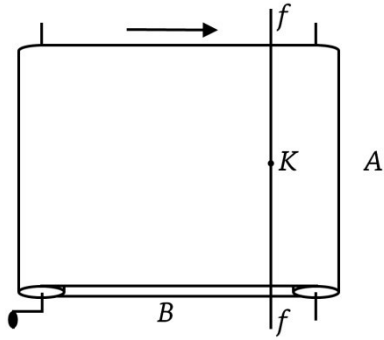


Fig. 18

Maintenant, si la toile cirée est mise en mouvement dans le sens de la flèche, et que l'observateur suit le motif avec ses yeux, il le verra en mouvement, lui-même et son environnement étant au repos. D'autre part, s'il regarde fixement le nœud, lui et toute la pièce apparaîtront bientôt en mouvement dans le sens contraire à la flèche, tandis que la toile cirée restera immobile. Ce changement d'aspect du mouvement prend plus ou moins de temps selon l'état mental de l'observateur, mais ne nécessite généralement que quelques secondes. Une fois le déplacement de l'attention visuelle maîtrisé, on peut faire alterner les deux impressions avec une certaine rapidité et à volonté. Chaque suivi visuel de la toile cirée amène l'observateur au repos, chaque fixation du nœud *K*, ou non-attention à la toile cirée, par laquelle son motif devient flou, met l'observateur en mouvement.

Deux chercheurs, pour lesquels j'ai le plus profond respect, ne sont pas d'accord avec moi quant au résultat de cette

expérience dans les circonstances indiquées. L'un est William James[126], l'autre Crum Brown[127]. J'ai répété l'expérience maintes et maintes fois avec le même résultat. Je ne suis pas actuellement en mesure de faire des expériences, et je dois par conséquent renoncer à toute idée d'un nouveau test ; mais la méthode des images rémanentes décrite par Brown semble beaucoup appuyer ma propre expérience. Je passe pour l'instant sur les différentes explications théoriques possibles de l'expérience.

10.

Ce phénomène, bien sûr, ne doit pas être confondu avec le phénomène familier de Plateau-Oppel[128], qui est un effet rétinien *local*. Dans l'expérience précédente, tout le milieu, en tant qu'il est distinctement visible, est en mouvement, tandis que dans la seconde un voile mouvant est tiré devant l'objet qui est au repos. Les phénomènes stéréoscopiques qui l'accompagnent, par exemple l'apparition du fil et du nœud sous la toile cirée transparente, – sont tout à fait sans importance à cet égard.

Dans mon livre sur les *Bewegungsempfindungen* (p. 63), j'ai précisé que le phénomène Plateau-Oppel était le résultat d'un processus particulier, qui n'avait rien à voir avec les autres sensations de mouvement. J'y ai écrit ceci : « Il faut donc supposer que, lors du mouvement d'une image sur la rétine, un processus *particulier* est excité, qui est absent au repos, et que dans le cas de mouvements en sens opposés, des processus très semblables sont excités dans des organes semblables, processus qui, cependant, s'excluent mutuellement, de sorte qu'avec le commencement de l'un,

[126] W. James, *Principles of Psychology*, II, pp. 512s.

[127] Crum Brown, « On Normal Nystagmus » (voir p. 141 ci-dessus).

[128] Illusion de mouvement en lien avec la persistance rétinienne (NDT).

l'autre doit cesser, et avec l'épuisement de l'un, l'autre commence. »

Cette déclaration que j'ai faite semble avoir été ignorée par S. Exner et Vierordt, qui ont par la suite exprimé des opinions similaires sur le même sujet.

11.

Avant de passer à l'explication de l'expérience (Fig. 18), il convient d'introduire quelques variantes. Un observateur stationné en *B* semble, dans les mêmes conditions, filer, avec tout son entourage, vers la gauche. Nous plaçons maintenant au-dessus de la toile cirée *T T*, Fig. 19, un miroir *S S*, incliné d'un angle de 45° sur l'horizon. Nous observons la réflexion *T T'* dans *S S*, après avoir placé sur notre nez un cache *n n*, qui intercepte la vue directe de *T T* de l'œil, *O*. Si *T T* se déplace dans le sens de la flèche, alors que nous regardons *K'*, la réflexion de *K*, nous nous imaginerons bientôt descendre vers le bas avec toute la pièce, alors que si le mouvement est inversé, nous aurons l'impression de monter comme si nous étions dans une montgolfière[129].

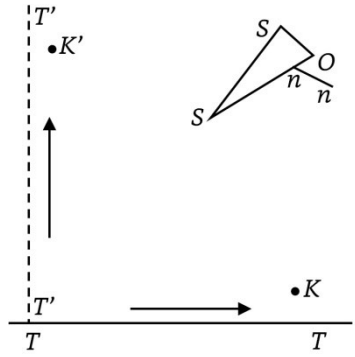


Fig. 19.

[129] De tels phénomènes font souvent leur apparition assez à l'improviste. Alors que ma petite fille se tenait une fois près d'une fenêtre, par une calme journée d'hiver, lors d'une forte chute de neige, elle a soudainement crié qu'elle et toute la maison s'élevaient.

Enfin, les expériences avec le tambour de papier, que j'ai décrites ailleurs[130], et auxquelles s'applique également l'explication qui suit, doivent être citées ici. Aucun de ces phénomènes n'est purement optique, mais tous s'accompagnent de sensations motrices indubitables de tout le corps.

12.

Quelle forme, maintenant, nos pensées doivent-elles prendre pour acquérir le cadre explicatif le plus simple des phénomènes précédents ? Les objets en mouvement exercent, comme on le sait, une stimulation motrice particulière sur l'œil et attirent notre attention et notre regard après eux. Si l'œil les suit vraiment, nous devons supposer, d'après ce qui précède, que les objets semblent bouger. Mais si l'œil est maintenu pendant un certain temps au repos malgré les objets en mouvement, la stimulation motrice constante provenant de ces derniers doit être compensée par un flux d'influx nerveux également constant s'écoulant vers l'appareil moteur de l'œil, exactement comme si l'immobile point sur lequel les yeux reposent se déplaçait uniformément dans la direction opposée, et que nous le suivions des yeux. Mais lorsque ce processus commence, tous les objets immobiles sur lesquels les yeux sont fixés doivent apparaître en mouvement. Il est évidemment inutile que ce courant d'influx nerveux soit toujours consciemment et délibérément mis en action. Il suffit qu'il procède du même centre et par les mêmes voies que la fixation volontaire.

Aucun appareil spécial n'est nécessaire pour observer de tels phénomènes. On les rencontre partout. J'avance par un

[130] *Bewegungsempfindungen*, p. 85. Pour des expériences plus récentes, voir A. von Szily, « Bewegungsnachbild und Bewegungskontrast » (Image rémanente de mouvement et contraste de mouvement), *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 1905. Vol. XXXVIII, p. 81.

simple acte de volonté. Mes jambes oscillent sans que j'aie à m'en occuper particulièrement. Mes yeux sont fermement fixés sur mon but sans se laisser entraîner par le mouvement des images rétiniennes consécutives à la progression. Tout cela est provoqué par un seul acte de la volonté, et cet acte de la volonté lui-même est la sensation du mouvement en avant. Le même processus, ou au moins une partie de celui-ci, doit également être mis en place, si les yeux doivent résister pendant un certain temps au stimulus d'une masse d'objets en mouvement. D'où les sensations motrices éprouvées dans les expériences ci-dessus.

On observera les yeux d'un enfant dans un train de chemin de fer suivre presque sans interruption et avec un mouvement saccadé les objets extérieurs, qui lui paraissent courir. L'adulte a la même sensation s'il s'abandonne passivement aux impressions naturelles. Si je roule vers l'avant, tout l'espace à ma gauche, pour des raisons évidentes, tourne, dans le sens des aiguilles d'une montre, autour d'un axe vertical très éloigné et l'espace à ma droite fait de même, mais dans le sens opposé. Ce n'est que lorsque je résiste à suivre les objets avec mes yeux que la sensation de mouvement vers l'avant surgit.

13.

Mes vues sur les sensations de mouvement ont été maintes fois attaquées, comme on le sait, mais invariablement les arguments défavorables ont visé uniquement l'*hypothèse* à laquelle j'attachais relativement peu d'importance. Que je sois prêt et disposé à modifier mes vues en fonction des faits nouvellement découverts, le présent travail va en témoigner. Je laisserai joyeusement à l'avenir la décision quant à mon degré d'exactitude. D'un autre côté, je voudrais mentionner que des observations ont été faites qui appuient fortement la théorie que j'ai proposée, celles de Breuer et Brown. À ceux-ci appartiennent, d'abord, les faits recueillis par le docteur Guye

d'Amsterdam (*Du vertige de Ménière*[131] *: Rapport lu dans la section d'otologie du congrès périodique international de sciences médicales à Amsterdam*[132], 1879). Guye a observé, dans les maladies de l'oreille moyenne, que des rotations réflexes de la tête étaient induites lorsque de l'air était soufflé dans la cavité du tympan, et a trouvé un patient qui était capable d'indiquer exactement la direction et le nombre des rotations qu'il avait ressenties lors de l'injection de liquides. – Le professeur Crum Brown (« On a Case of Dyspeptic Vertigo » (Sur un cas de vertige dyspeptique), *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 1881-1882), a décrit un cas intéressant de vertige pathologique observé en lui-même, qui admettait une explication, dans son ensemble, par l'intensité accrue et la durée allongée de la sensation incidente à chaque rotation du corps. – Mais les plus remarquables de toutes sont les observations de William James (« The Sense of Dizziness in Deaf-Mutes » (La sensation de vertige chez les sourds-muets), *American Journal of Otology*, Vol. IV, 1882). James a découvert chez les sourds-muets une insensibilité frappante et relativement générale au vertige du tournoiement, souvent une grande incertitude dans leur marche les yeux fermés, et dans bien des cas une étonnante perte du sens de l'orientation lorsqu'ils sont plongés sous l'eau, auquel cas il en résultait toujours une inquiétude et une incertitude complète du haut et du bas. Ces faits parlent très fortement en faveur de l'opinion, qui découle naturellement de ma conception, que chez les sourds-muets le sens de l'équilibre proprement dit est considérablement dégénéré, et que les deux autres sens qui donnent la direction, le sens de la vue et le sens musculaire (ce dernier perdant tous ses repères lorsque le poids du corps est neutralisé par l'immersion dans l'eau), sont rendus proportionnellement plus nécessaires.

[131] En lien avec la maladie de Ménière, qui est une affection de l'oreille interne entrainant vertiges, acouphènes et surdité. Wikipédia : *https://bit.ly/3Gl7jvU* (NDT).

[132] En français dans le texte (NDT).

Il est impossible de soutenir que l'on arrive à la connaissance de l'équilibre et du mouvement *uniquement* par les canaux semi-circulaires. Au contraire, il est extrêmement probable que les animaux inférieurs, chez qui cet organe fait entièrement défaut, ont aussi des sensations de mouvement. Je n'ai pas encore pu entreprendre d'expériences dans ce sens. Mais les expériences que Lubbock a décrites dans son ouvrage *Ants, Bees, and Waps* (Fourmis, Abeilles et Guêpes) me deviennent beaucoup plus compréhensibles dans l'hypothèse des sensations de mouvement. Comme des expériences de ce genre peuvent être intéressantes pour d'autres, il ne sera peut-être pas inutile de considérer un appareil que j'ai brièvement décrit auparavant (*Anzeiger der Wiener Akademie*, 30 décembre 1876). D'autres appareils du même genre ont depuis été construits par Govi et Ewald. Ils ont été appelés « cyclostats ».

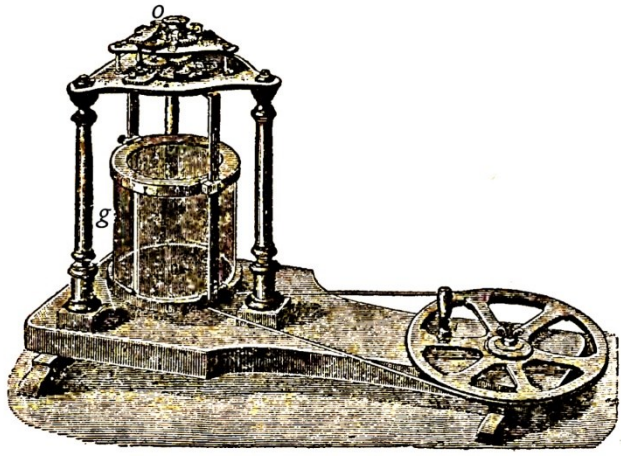


Fig. 20.

L'appareil sert à l'observation de la conduite des animaux en rotation rapide. Puisque, cependant, la vue de l'animal sera nécessairement effacée par le mouvement rotatoire, la rotation passive doit être optiquement annulée et éliminée, de sorte que les mouvements actifs de l'animal seuls soient

laissés et rendus observables. La neutralisation optique du mouvement de rotation est obtenue simplement en faisant tourner un prisme totalement réfléchissant, à l'aide d'un engrenage, au-dessus du disque de la machine tourbillonnante, exactement sur le même axe, dans la même direction et avec la moitié de la vitesse angulaire du disque.

La Fig. 20 donne une vue de l'appareil. Sur le disque de la machine à tourbillonner se trouve un récipient en verre, *g*, dans lequel sont enfermés les animaux à observer. Au moyen d'un engrenage, on fait tourner l'oculaire *o* avec la moitié de la vitesse angulaire et dans le même sens que *g*. La figure suivante (Fig. 21) montre l'engrenage dans un schéma séparé.

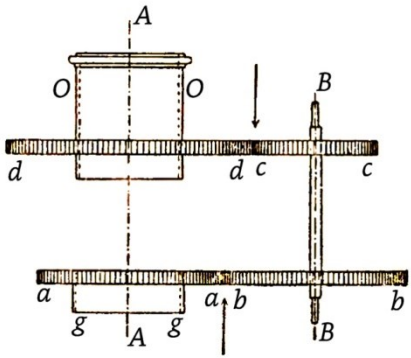


Fig. 21.

L'oculaire *OO*, et le récipient *gg*, tournent autour de l'axe *AA*, tandis qu'une paire de roues dentées, rigidement reliées entre elles, tournent autour de *BB*. Soit le rayon de la roue dentée *aa*, solidairement liée à *gg*, est = *r*. Alors *r* est le rayon de *bb*, et $2r/3$ est le rayon de *cc*, mais le rayon de *dd* est = $4r/3$, de cette façon le rapport de vitesse voulu entre *OO* et *gg* est obtenu.

Afin de centrer l'appareil, un miroir *S*, muni de vis de mise à niveau, est posé sur le fond du récipient et il est ainsi ajusté que, lors de la rotation, les réflexions sur ce miroir restent au repos. Il est alors perpendiculaire à l'axe de rotation. Un deuxième petit miroir, *S'*, dans l'argenture duquel se trouve

un petit trou *L*, qui est si parfaitement ajusté au tube ouvert de l'oculaire, avec sa surface réfléchissante vers le bas, que, lors de la rotation, les images vues à travers le trou, dans la réflexion en miroir de *S'* dans *S*, restent immobiles. Alors *S'* est perpendiculaire à l'axe de l'oculaire. À l'aide d'un pinceau, nous pouvons maintenant marquer sur le miroir *S* un point *P*, dont la position n'est pas altérée lors de la rotation (résultat qui s'obtient facilement après quelques essais), et ainsi placer le trou dans le miroir *S'* pour qu'il reste également immobile en rotation. De cette manière, les points sur les deux axes de rotation sont ajustés. Si maintenant, au moyen de la vis, nous ajustons l'oculaire de manière à ce que, en regardant à travers le trou de *S'*, le point *P* sur S et la réflexion de *L* dans *S'* (ou plus précisément les nombreuses réflexions de *P* et *L*) tombent sur le même endroit, alors les deux axes sont non seulement parallèles, mais coïncident.

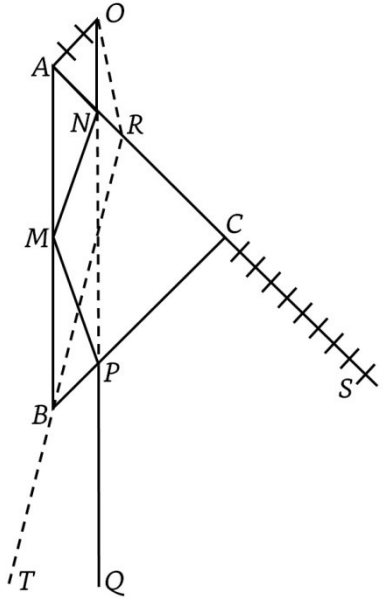


Fig. 22.

L'oculaire le plus simple que l'on puisse employer est un miroir dont le plan coïncide avec l'axe, et j'ai adopté ce dispositif dans la forme initiale de mon appareil. Mais la moitié du champ de vision est perdue par cette méthode. Un prisme de réflexion totale est donc beaucoup plus avantageux.

Soit *ABC* (Fig. 22) qui représente une coupe plane d'un tel oculaire prismatique coupé perpendiculairement au plan de l'hypoténuse et les deux côtés. Soit cette section comprenant également l'axe de rotation *ONPQ,* qui est parallèle à *AB*. Le rayon qui passe selon l'axe *QP* doit, après réfraction et réflexion dans le prisme, repartir selon l'axe *NO* et rencontrer l'œil *O* dans le prolongement de l'axe. Ceci fait, les points de l'axe ne peuvent subir aucun déplacement par rotation, et l'appareil est centré. Le rayon en question doit donc tomber en *M*, le point médian de *AB*, et, par conséquent, puisqu'il tombe sur le verre de la couronne à un angle d'incidence de 45°, il rencontrera *AB* à environ 16° 40'. Par conséquent, *OP* doit être distant d'environ 0,115 *AB* de l'axe, une relation qui peut être obtenue au mieux par essai, en déplaçant le prisme dans l'oculaire de manière à éliminer les oscillations des objets en *gg* pendant la rotation.

La Fig. 22 montre également le champ de vision de l'œil en *O*. Le rayon *OA*, qui tombe verticalement sur *AC*, est réfléchi en *AB* dans la direction *AC* et sort vers *S*. Le rayon *OR*, en revanche, est réfléchi en *B* et débouche, après réfraction, en direction de *T*.

L'appareil s'est jusqu'ici révélé tout à fait suffisant pour mes expériences. Si une page imprimée est placée en *gg*, et que l'appareil tourne si rapidement que l'image sur la rétine est entièrement effacée, on peut facilement lire l'empreinte à travers l'oculaire. L'inversion de l'image par réflexion pourrait être retirée en plaçant un deuxième prisme réfléchissant fixe au-dessus du prisme tournant de l'oculaire. Mais cette complication m'a paru inutile.

À l'exception de quelques expériences physiques, je n'ai jusqu'ici entrepris des expériences de rotation qu'avec divers

petits vertébrés (oiseaux, poissons), et j'ai pu pleinement confirmer les données de mes travaux sur les *Motor Sensations* (sensations motrices). Cependant, il serait probablement avantageux de faire des expériences similaires avec des insectes et d'autres animaux inférieurs, en particulier avec des animaux marins.

De telles expériences ont ensuite été réalisées, avec des résultats très instructifs, par Schäfer (*Naturwissenschaftliche Wochenschrift*, n° 25, 1891), par Loeb (*Heliotropismus der Tiere*, Würzburg, 1890, p. 117) et par d'autres. Dans ma conférence « On Sensations of Directions » (Des sensations de direction), (*Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien*, 1897, et *Populärwissenschaftliche Vorlesungen*, 3e édition, 1903) se trouvera le reste de ce que j'ai à dire sur le sens de la direction.

Mais je voudrais évoquer particulièrement les recherches de Breuer sur l'appareil otolithique, les expériences de Pollak et Kreidl sur les sourds-muets, et surtout l'ouvrage fondamental d'Ewald, *Ueber das Endorgan des Nervus octavus* (Sur l'organe terminal du nerf auditif) (Wiesbaden, 1892). Dans le troisième volume du *Handbuch der Physiologie des Menschen* (Manuel de physiologie humaine) (1905), par W. Nagel, il y a un compte rendu complet de la « théorie des sensations de position, de mouvement et de résistance ». Comme depuis quelques années je n'ai pas été en mesure de suivre de près le travail expérimental qui a été fait dans ce domaine, j'ai demandé au professeur Josef Pollak de rendre compte ici d'une grande partie des travaux les plus récents susceptibles d'intéresser les lecteurs de ce livre. Le Dr Pollak a très gentiment accédé à ma demande, et les paragraphes 14 à 19 suivants proviennent de son stylo.

14.

Les résultats au cours des dix dernières années des recherches morphologiques et des recherches en physiologie comparée et expérimentale à propos du labyrinthe de l'oreille

(la cochlée, les canaux semi-circulaires et l'appareil otolithique) ont été presque sans exception favorables à l'hypothèse de Mach-Breuer.

On peut maintenant considérer comme prouvé que l'organe de l'ouïe est constitué par la cochlée seule, et que l'appareil vestibulaire n'a pas de fonctions acoustiques. Une preuve complète en a été fournie par Biehl[133] qui, par des opérations intracrâniennes sur des moutons, a réussi à sectionner la branche vestibulaire du nerf acoustique sans léser le *ramus cochlearis* ; il en résulta que des troubles de l'équilibre se produisirent, bien que le sens de l'ouïe restât inchangé. De plus, cette partie de la théorie de la fonction statique du labyrinthe est solidement fondée et peu susceptible d'être attaquée, qui considère les canaux semi-circulaires comme des organes sensoriels qui servent à la perception des rotations de la tête (et, médiatement, du corps), d'autant plus que cette hypothèse a reçu de la part de Breuer d'importantes modifications basées sur ses études anatomiques des poils épithéliaux des ampoules[134].

Cette hypothèse se déroule désormais comme suit : « Les rotations uniformes persistantes ne se font pas sentir, si rapides soient-elles ; mais le début et la fin de la rotation, l'accélération et le ralentissement, se font sentir. L'appareil ampullaire n'est pas affecté par des vitesses angulaires qui persistent, mais seulement par des accélérations angulaires positives et négatives. Celles-ci provoquent un déplacement momentané de l'endolymphe et de la *cupula terminalis* (qui, en tant que masse cohérente, maintient les poils épithéliaux ensemble dans une figure constante de forme fixe), et, simultanément, créent une tension des poils cellulaires et

[133] Karl Biehl, « Ueber intrakranielle Durchtrennung des Nervus vestibularis und deren Folgen » (Sur la section intracrânienne du nerf vestibulaire et ses conséquences), *Sitzungsberichte* de l'Académie des sciences de Vienne, 1900.

[134] J. Breuer, « Studien über den Vestibularapparat » (Études sur l'appareil vestibulaire), *Ibid.*, Vol. CXII, 1903.

une excitation de l'appareil terminal des nerfs d'un côté de la crête en jeu. Tant que ces excitations durent, elles donnent lieu à une sensation de rotation, qui persiste jusqu'à l'impulsion contraire d'accélération négative, lorsque la rotation s'arrête, ou l'effet graduel de l'élasticité des complexes étirés, rétablit l'état normal des choses. »

Le système des canaux semi-circulaires possède d'ailleurs, comme tous les autres organes des sens, la propriété de donner lieu non seulement à des sensations, mais aussi à des réflexes (Breuer, Delage, Nagel). Parmi les organes réactifs, les muscles des yeux, qui entraînent des rotations des yeux lorsque le corps tourne, sont au premier plan.

15.

Auparavant, cependant, l'opinion avait été conjecturalement émise par Mach que le mouvement progressivement accéléré ne pouvait exercer aucune influence sur la lymphe renfermée dans les canaux semi-circulaires ; il avait aussi suggéré qu'il existe dans le labyrinthe des organes spéciaux pour la perception des accélérations et pour la sensation de la position de la tête.

Breuer réussit alors à rendre au moins très probable l'appartenance de cette fonction à l'appareil otolithique. Il suppose que les otolithes exercent, au moyen de leur poids, une pression définie sur les cellules ciliées situées au-dessous d'eux. Toute inclinaison de la tête doit changer la position du *sacculus*, et par conséquent celle de l'épithélium sensoriel aussi. En déterminant la position des directions dans lesquelles les otolithes glissent pour différentes positions de la tête, Breuer a montré qu'une information sans ambiguïté quant à la position de la tête n'est rendue possible que par la coopération des deux sacs. « Pour chaque position de la tête, il n'y a qu'une seule combinaison définie de grandeurs de gravitation des otolithes dans les quatre macules. Lorsque, comme nous le supposons, la gravitation des otolithes se fait sentir, alors chaque position de la tête est caractérisée par une

combinaison définie de ces sensations. » Dans le cas d'une accélération en ligne droite, tout choc générateur de mouvement provoquera, du fait de l'inertie des masses otolithiques, une accélération relative de ces masses en sens inverse, cette accélération relative représentant le stimulus sensoriel adéquat.

Heuristiquement, cette partie de l'hypothèse possède une base très solide. Elle est devenue la base de la recherche sur les animaux inférieurs chez lesquels seuls les otolithes se produisent et, dans le cas des animaux supérieurs également, elle a ouvert la voie à l'isolement et à l'expérimentation des fonctions des otolithes.

De la masse des faits concernant les animaux inférieurs, qui ont été découverts ces dernières années, je ne sélectionnerai que quelques exemples saillants. Les phénomènes qui résultent de l'enlèvement des otolithes ont été étudiés, ainsi que le comportement des animaux en rotation et les mouvements compensatoires. Les expériences de Prentiss[135], sont particulièrement intéressantes. Il répéta d'abord les fameuses expériences de Kreidl consistant à obliger les crustacés à absorber des otolithes de « fer » ; il a confirmé le fait que le comportement de ceux-ci vis-à-vis des aimants est conforme à la théorie. Mais il a également eu la chance d'obtenir des observations sur des larves de homard nageant librement, qui avaient été privées du pouvoir de faire pousser des otolithes après mutations. Il a pu se convaincre qu'elles présentent les mêmes phénomènes que les crevettes adultes, dont on a retiré les otolithes : elles roulent d'un côté à l'autre, nagent le ventre vers le haut, se retournent plus facilement sur le dos que les larves normales et, quand elles sont aveuglées, la perte d'équilibre est encore plus frappante. Le même auteur décrit également comme suit le

[135] « The Otocyst of Decapod Crustacea, its Structure, Development And Functions » (L'otocyste du crustacé décapode, sa structure, son développement et ses fonctions), *Bulletin du Museum of Comparative Zoology*, Harvard, 1900-1. (Cité par Kreidl).

comportement d'un crustacé (*Virbius zostericula*) chez lequel le statocyste est normalement absent.

« Ce n'est pas une forme de nage libre, mais il s'attache aux herbes, dans des positions indépendantes de la gravité. S'il est obligé de nager, il le fait d'une manière très incertaine, mais généralement vers le haut. Il est facilement tourné sur le dos et, une fois dans cette position, il est très lent à se redresser. Sa nage incertaine rappelle celle des autres crustacés après la destruction de leurs statocystes. Si les yeux sont couverts de noir de fumée, tout sens de l'orientation en natation est perdu. »

Les expériences de Prentiss rappellent celles de K. L. Schäfer[136]. Schäfer a fait tourner les larves de grenouilles et a découvert que la première apparition du vertige rotatoire coïncide dans le temps avec l'achèvement de la formation des canaux semi-circulaires.

Les recherches d'Ach[137] sur les grenouilles sont importantes. Il a découvert que les otolithes sont reliés au réflexe de la paupière du côté croisé ; du fait que, dans le cas d'une grenouille privée de ses otolithes et soumise à un mouvement rapide, le réflexe de la paupière s'annule horizontalement et verticalement, il a conclu que la fonction des otolithes est de subvenir aux déplacements du corps en ligne droite dans l'espace.

16.

D'autre part, les mouvements de rotation des yeux qui se produisent lorsque la position de la tête subit une série de

[136] K. L. Schäfer, « Funktion und Funktionsentwicklung der Bogengänge » (Fonction et développement fonctionnel des canaux semi-circulaires), *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 1894.

[137] Ach, « Ueber die Otolithenfunktion und Labyrinthtonus » (À propos de la fonction de l'otolithe et du tonus du labyrinthe), *Archiv* de Pflüger, Vol. LXXXVI, 1900.

changements, et les mouvements nystagmiques[138] provoqués par la rotation et par le passage d'un courant galvanique à travers la tête, sont connus depuis longtemps et ont été suffisamment analysés. Les mouvements typiques de la tête, et les mouvements saccadés des yeux qui se répètent à intervalles réguliers lorsque la tête est continuellement tournée ou lorsqu'un courant galvanique la traverse, et qui peuvent également être facilement ressentis à travers les paupières fermées, sont des signes certains et objectifs de vertige. Le nystagmus des yeux et de la tête est complètement absent chez les animaux sans labyrinthe, comme l'ont montré Ewald dans le cas des colombes, et Breuer dans le cas des chats, dont le nerf auditif avait été sectionné des deux côtés.

Breuer et Kreidl ont prouvé que la distorsion optique de la verticale, subie par quiconque monte dans un fauteuil tournant ou est assis dans un train passant assez rapidement sur une courbe prononcée, dépend d'un véritable mouvement de rotation des yeux. Encore une fois, nous devons à Breuer la preuve que des ampoules individuelles[139], même isolées, peuvent être stimulées par un courant galvanique ; quand cela est fait, elles produisent un mouvement de la tête dans le plan du canal intéressé, alors que, selon Breuer, la conséquence de la stimulation *diffuse* est la réaction dite galvanotrope, consistant en une inclinaison de la tête vers l'anode.

Cela étant posé, les phénomènes observés par James[140], Kreidl[141] et Pollak[142], chez des sourds-muets atteints de

---

[138] Le nystagmus (ou mouvements nystagmiques) est un mouvement d'oscillation involontaire et saccadé du globe oculaire causé par une perturbation de la coordination des muscles de l'œil. Wikipédia : *https://bit.ly/38qJxlG* (NDT).

[139] Organes de l'équilibre dans l'oreille interne (NDT).

[140] William James, *American Journal of Otology*, 1887.

[141] A. Kreidl, « Beiträge zur Physiologie des Ohrlabyrinths auf Grund von Versuchen bei Taubstummen » (Contributions à la

vertige rotatoire ou galvanique, peuvent facilement s'expliquer par la théorie de Mach-Breuer. Selon Mygind[143], sur 118 sourds-muets soumis à un examen anatomique, des modifications pathologiques de l'appareil vestibulaire étaient présentes dans 56 % des cas. 50 à 58 % des sourds-muets expérimentés par Kreidl n'éprouvaient aucun vertige rotatoire. 21 % de ceux sur qui Kreidl a reproduit les conditions de l'expérience de Mach avec la chaise tournante, n'ont pas succombé à l'illusion de la position par rapport à la verticale, qui est inévitable chez les personnes normales : ils n'ont aussi montré, sans exception, lorsqu'ils ont été mis en rotation, aucun mouvement réflexe des yeux. L'explication du pourcentage inférieur est que, selon les statistiques de Mygind, les canaux semi-circulaires sont plus fréquemment trouvés malades que le vestibule.

Pollak a constaté que 30 % des sourds-muets qu'il a enquêté n'avaient aucun vertige galvanique, et que la plupart des sourds-muets qui ne montrent aucun mouvement oculaire et aucune illusion quant à la verticale lorsqu'ils sont placés sur la plate-forme tournante ou la chaise tournante, sont également dépourvus des symptômes caractéristiques du vertige galvanique. Des recherches ultérieures de Strehl, Kreidl, Alexander et Hammerschlag ont confirmé ces faits ; les trois derniers ont découvert, en outre, que, lorsque les sourds-muets étaient divisés en sourds-muets congénitaux et sourds-muets acquis, un pourcentage extrêmement élevé des premiers (dans les expériences de Kreidl et Alexander 84 %,

---

physiologie du labyrinthe de l'oreille à partir d'expériences avec des sourds-muets), *Archiv* de Pflüger, Vol. LI.

[142] J. Pollak, « Ueber den galvanischen Schwindel bei Taubstummen » (Sur le vertige galvanique chez les sourds-muets), etc., *Ibid.*, Vol. LIV.

[143] H. Mygind, « Ueber die pathologisch-anatomischen Veränderungen der Gehörorgane Taubstummer » (À propos des modifications pathologiques et anatomiques des organes auditifs des sourds-muets), *Ibid.*, Vol. XXV.

et 95 % dans celles d'Hammerschlag) présentaient des signes normaux de réaction galvanique, alors que seuls 29 % des sujets atteints de surdité acquise réagissaient normalement au courant galvanique.

Les sourds-muets congénitaux, c'est-à-dire ceux qui ont une dégénérescence héréditaire, se comportent à cet égard de la même manière que les souris dansantes japonaises, dont l'explication du comportement physiologique réside, comme l'ont montré Kreidl et Alexandre[144], dans leur structure anatomique.

Ces souris sont complètement sourdes et progressent de façon tentaculaire et boitillante ; à un observateur superficiel, leur pouvoir d'équilibre semble intact ; mais si on essaie expérimentalement de les faire avancer sur un chemin étroit, le haut degré dans lequel leur pouvoir d'équilibre est défectueux devient immédiatement évident. Elles sont exemptes de vertige rotatoire, mais lorsqu'un courant galvanique leur traverse la tête, elles se comportent comme des animaux normaux. L'examen anatomique donne les résultats suivants. Destruction de la papille basilaire de la cochlée, émaciation avancée de la branche inférieure du huitième nerf, atrophie avancée du ganglion spiral, destruction de la macule sacculaire, émaciation moyenne des branches et des racines de la branche supérieure et moyenne du huitième nerf, et diminution moyenne des deux ganglions vestibulaires.

17.

Parmi les expériences récentes dans le domaine de la physiologie comparée, celles de Dreyfuss[145] me paraissent

[144] Alexander et Kreidl, « Zur Physiologie des Labyrinthes der Tanzmaus » (Sur la physiologie du labyrinthe de la souris dansante), *Archiv* de Pflüger, I, II, III, Vols. LXXXII, LXXXVIII.

[145] Dreyfuss, « Experimentale Beiträge zu der Lehre von der nichtakustischen Funktion des Ohrlabyrinthes » (Apports

particulièrement remarquables. Il a observé le comportement de cobayes (ou cochons d'Inde – NDT) normaux, et de cobayes privés de leurs labyrinthes (opérés d'un seul côté et des deux côtés), – placés sur une plate-forme tournante, l'objet particulier d'étude étant les mouvements compensatoires du globe oculaire et la tête. Il enregistre une différence frappante dans le comportement en rotation de l'animal opéré par rapport au comportement de l'animal intact. L'animal qui a été privé des deux labyrinthes reste immobile en un lieu en rotation ; il ne présente aucun déplacement de l'axe longitudinal de la colonne vertébrale et aucun nystagmus de la tête ou des yeux. Il est inconscient de la rotation. Pour le prouver, Dreyfuss a imaginé l'expérience suivante en nourrissant les cobayes. Quatre d'entre eux, un normal, un opéré à gauche, un opéré à droite, et celui dont les deux labyrinthes sont détruits, sont placés sur la plate-forme tournante. L'expérimentateur attend qu'ils aient tous commencé à se nourrir. Durant la rotation, le cobaye normal s'arrête de manger ; le cobaye sans labyrinthe droit continue à manger tant que la rotation est à droite, et s'arrête quand elle est à gauche ; celui qui n'a pas le labyrinthe gauche continue à manger quand la rotation est à gauche et s'arrête quand elle est à droite ; et celui qui n'a aucun labyrinthe continue à manger, quel que soit le sens de rotation. Breuer et Kreidl ont obtenu des résultats analogues à partir d'expériences comparatives avec des chats normaux et des chats acoustiquement déficients.

18.

Morphologiquement et du point de vue téléologique, les travaux d'Alexandre sur les organes de l'équilibre et de l'ouïe chez les animaux à appareil visuel déficient congénital, la

expérimentaux à la théorie de la fonction non acoustique du labyrinthe auriculaire), *Archiv* de Pflüger, Vol. LXXXI.

taupe (*Talpa europœa*) et la souris aveugle (*Spalax typhlus*) sont intéressants[146].

Il est bien connu que, par rapport aux animaux inférieurs, l'appareil vestibulaire chez les animaux supérieurs et chez l'homme est défectueusement développé. Chez tous les animaux capables de se mouvoir dans l'air ou dans l'eau, on trouve trois nerfs porteurs de statolites ; chez les mammifères supérieurs, il n'y en a que deux. En ce qui concerne les animaux supérieurs, Mach et Breuer ont maintes fois souligné le fait « qu'ils sont loin de vouloir dire que le labyrinthe seul fournit les sensations nécessaires au maintien de l'équilibre ; il coopère plutôt à cette fin avec le sens de la pression et le sens musculaire, ainsi qu'avec le sens de la vue ». Il n'a jamais été nié, et c'est même tout à fait certain, que l'absence ou la perte des sensations du labyrinthe peuvent dans une large mesure être remplacées par les autres perceptions sensorielles que nous venons de mentionner, de sorte que, comme Ewald l'a montré de manière prééminente, les principales fonctions de maintien de l'équilibre, telles que marcher et se tenir debout, peuvent être exécutées de manière adéquate même lorsque la fonction labyrinthique a été perdue, ou lorsqu'elle présente quelque défaut congénital. On le voit, non seulement dans le cas des animaux opérés, mais aussi dans celui de ces sourds-muets chez lesquels on a lieu de supposer quelque lésion des canaux semi-circulaires (Breuer). Cependant, James et Kreidl ont montré que les sourds-muets qui ne sont pas sujets au vertige rotatoire sont très peu habiles dans tous les problèmes d'équilibre les plus délicats.

La taupe, au contraire, est un animal dont les mouvements ont lieu principalement sous terre, bien que la surface sur laquelle elle se meut soit solide ; de plus, elle se passe presque

[146] G. Alexander, « Zur Frage der phylogenetischen Ausbildung der Sinnesorgane » (Sur la question du développement phylogénétique des organes sensoriels), *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, Vol. XXXVIII.

complètement de tout sens de l'orientation au moyen de l'organe de la vue, et Alexandre a montré que cela est pleinement compensé par son exquis pouvoir d'équilibre. Ceci s'exprime anatomiquement par la taille inhabituelle des cellules nerveuses terminales, par le nombre relativement important de cellules sensorielles, et surtout par la présence, dans le sinus utriculaire inférieur, d'une *macula neglecta* qui fait défaut chez d'autres mammifères, et qui, à l'exception des oiseaux et des reptiles, n'a été trouvé que chez un autre mammifère inférieur, *Echidna aculeata*.[147]

C'est le mérite d'Alexander d'avoir prouvé qu'en ce qui concerne la structure de ses cellules nerveuses terminales statiques, *Echidna* représente la transition jusqu'alors inconnue des mammifères aux oiseaux. L'échidné possède un organe cortical qui, dans sa structure histologique, correspond à celui des mammifères, tandis que dans le nombre des autres points terminaux des nerfs il s'accorde avec le labyrinthe des oiseaux ; en plus des trois terminaisons nerveuses maculaires (*macula utriculi*, *macula sacculi* et *macula lagenae*), il présente une *macula neglecta Retzii*.

19.

Les résultats de ces recherches, dont seule une petite sélection a été mentionnée, peuvent se résumer comme suit. La compensation dans le champ visuel de tout mouvement de la tête au moyen de mouvements des yeux, qui sont effectués aussi par les aveugles et par les personnes normales les yeux fermés ; l'absence de ces mouvements chez beaucoup de sourds-muets ; le nystagmus des yeux qui a lieu en rotation continue ; le mouvement rotatif des yeux lorsque la direction de l'accélération des masses dans le corps est modifiée par une force centrifuge ; le vertige rotatoire et sa

[147] Les échidnés sont des mammifères monotrèmes (comme les ornithorynques), qui pondent des œufs. Wikipédia : *https://bit.ly/3a7lhFy* (NDT).

loi ; l'absence de ce vertige chez beaucoup de sourds-muets ; enfin, le caractère identique du vertige galvanique chez l'homme et chez les animaux, – tous ces faits servent fortement à confirmer la théorie de Mach et Breuer, bien qu'il soit indéniable que de nombreuses questions demeurent encore irrésolues. Contrairement à d'autres hypothèses, comme celles d'Ewald et de Cyon, cette théorie a en tout cas l'avantage que, dans le cas de l'appareil ampullaire et otolithique, elle explique plus clairement la disposition spécifique au stimulus adéquat, que pour tout autre organe des sens, et aussi que, conformément à cela, les deux organes des sens dans le labyrinthe sont facilement amenés sous le principe de sensation-énergie spécifique (Nagel). Dans tous les cas, la sensation de mouvement se révèle être un domaine spécial et particulier de la sensation.

20.

La communication du professeur Pollak touche ici à sa fin.

Sans faire violence aux faits décrits dans mon livre sur *The Sensations of Movement* (Les Sensations de mouvement), les observations précédentes suggèrent la possibilité de modifier la vision théorique qu'on y porte des faits, comme nous le montrerons dans ce qui suit. Il reste extrêmement probable qu'il existe dans la tête un organe que l'on peut appeler l'organe terminal (*TO*) – qui réagit aux accélérations et par lequel nous sommes rendus conscients des mouvements. Pour moi personnellement, l'existence de sensations de mouvement, de même nature que d'autres sensations, ne semble pas douteuse, et je comprends à peine comment quelqu'un, qui a réellement répété sur lui-même les expériences en question, peut nier l'existence de ces sensations.

Mais au lieu d'imaginer que l'organe terminal excite des sensations motrices particulières, qui procèdent de cet appareil comme d'un organe sensoriel, on pourrait aussi supposer que cet organe dégage simplement des influx

nerveux à la manière des réflexes. Les influx nerveux peuvent être volontaires et conscients ou involontaires et inconscients. Les deux organes différents dont ceux-ci procèdent peuvent être désignés par les lettres *WI* et *UI*. Les deux types d'influx nerveux peuvent passer à l'appareil oculomoteur (*OM*) et à l'appareil locomoteur (*LM*).

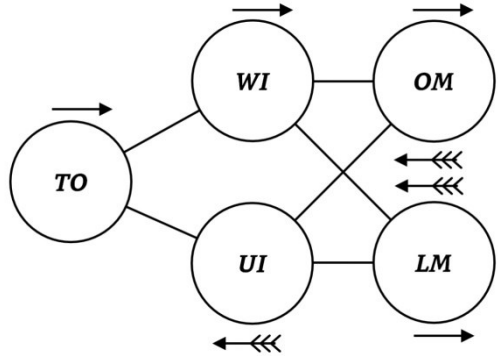


Fig. 23.

Considérons maintenant le schéma ci-dessus (Fig. 23). Nous induisons par la volonté, c'est-à-dire par un stimulus de *WI*, un mouvement actif, qui passe dans le sens des flèches déplumées, vers *OM* et *LM*. L'influx nerveux approprié, qu'il précède ou suive le mouvement, est directement ressenti. Dans ce cas, donc, une sensation spécifique de mouvement, différente de l'influx nerveux, n'est pas nécessaire. Si le mouvement dans la direction des flèches sans plumes est passif (nous prenant par surprise), alors, comme le montre l'expérience, les réflexes passent de *TO* à *UI*, ce qui produit des mouvements compensatoires, indiqués par les flèches plumées. Si *WI* ne participe pas au processus et que la compensation est effectuée, le mouvement et la nécessité de la sensation motrice sont absents. Mais si le mouvement compensatoire est supprimé intentionnellement, c'est-à-dire par intervention de *WI*, alors le même influx nerveux est nécessaire pour obtenir ce résultat que pour le mouvement

actif, ce qui produit, par conséquent, la même sensation motrice.

L'organe terminal *TO* est donc tellement ajusté à *WI* et *UI* qu'à un stimulus moteur donné dans le premier, des influx nerveux contraires s'établissent dans les deux derniers. Mais de plus, nous devons remarquer la différence suivante dans la relation de *TO* à *WI* et *UI*. Pour *TO*, l'excitation motrice est naturellement la même, que le mouvement induit soit passif ou actif. Dans les mouvements actifs également, les influx nerveux provenant de *WI* seraient finalement neutralisés par *TO* et *UI*, si un influx nerveux inhibiteur ne se produisait pas simultanément avec l'influx nerveux volontaire de *WI* à *TO* ou *UI*. L'influence de *TO* sur *WI* doit être conçue comme beaucoup plus faible que son influence sur *UI*.

Si l'on se représentait trois animaux, *WI*, *UI* et *TO*, entre lesquels il y aurait une division du travail, tel que le premier n'exécuterait que des mouvements d'attaque, le second que ceux de défense ou de fuite, tandis que le troisième remplirait le poste de sentinelle, tous réunis en un seul nouvel organisme dans lequel *WI* occuperait la position dominante, nous aurions une conception correspondant approximativement à la relation représentée. De nombreuses données viennent en appui d'une telle conception des animaux supérieurs[148].

Je n'offre pas la vue précédente comme une image complète et parfaitement pertinente des faits. Au contraire, je suis pleinement conscient des défauts de mon analyse. Mais la tentative de réduire à une seule et même qualité de

[148] Si je saisis un petit oiseau dans ma main, l'oiseau se comportera envers ma main exactement comme un être humain le ferait envers une seiche géante. En observant une compagnie de petits enfants dont les mouvements sont en grande partie irréfléchis et inexpérimentés, les mains et les yeux rappellent très fortement les créatures polypodes. Certes, de telles impressions ne permettent pas de résoudre les questions scientifiques, mais il est souvent très suggestif de s'abandonner à leur influence.

sensation, conformément au principe cardinal dégagé dans notre recherche (p. 72), toutes les sensations d'espace et de mouvement qui surviennent dans le domaine de la vue et du toucher lors d'un changement de lieu, et qui, même lorsque la locomotion est seulement rappelée au souvenir, ou qu'un endroit éloigné est seulement imaginé, surviennent sous une forme ténébreuse, ne seront pas sans justification. L'hypothèse que cette qualité de sensation est la volonté, dans la mesure où la volonté est occupée par la position dans l'espace et le mouvement spatial, ou qu'elle est l'influx nerveux, ne préjuge pas de la recherche future et ne représente que les faits tels qu'ils sont connus à l'heure actuelle[149].

21.

Des discussions du chapitre précédent relatives à la symétrie et à la ressemblance, on peut immédiatement tirer la conclusion qu'aux directions semblables des lignes que l'on voit, correspond le même genre d'influx nerveux sensoriels, que les très semblables influx nerveux sensoriels correspondant aux lignes symétriques, par rapport au plan médian. Mais qu'en regardant vers le haut et vers le bas, ou en regardant des objets éloignés et des objets proches, des influx nerveux sensoriels très différents sont associés, – comme on devrait naturellement s'y attendre de la disposition symétrique de l'appareil moteur de l'œil. Avec cette seule observation, nous expliquons d'un coup une longue chaîne de phénomènes physiologico-optiques particuliers, qui n'ont guère retenu jusqu'à présent l'attention. J'en arrive

[149] Comparez l'opinion de Hering donnée dans *Handbuch der Physiologie*, Vol. III., partie I., p. 547, de Hermann. Je ne veux pas cacher la méthode par laquelle j'ai été conduit à ma théorie, bien que maintenant la vision représentée par James, Münsterberg et Hering, telle qu'elle est expliquée au chapitre 8, me semble préférable.

maintenant au point qui, au moins du point de vue physique, est le plus important.

L'espace du géomètre est une construction mentale de la multiplicité tridimensionnelle, qui s'est construite sur la base d'opérations manuelles et intellectuelles. L'espace optique (« espace-vision » de Hering) entretient une relation géométrique quelque peu compliquée avec l'espace du géomètre. La question peut être mieux exprimée en termes familiers en disant que l'espace optique représente l'espace géométrique (l'espace d'Euclide) dans une sorte de relief-perspective, un fait qui peut être téléologiquement expliqué. Quoi qu'il en soit, l'espace optique est aussi une multiplicité tridimensionnelle. L'espace du géomètre présente en tous points et dans toutes les directions les mêmes propriétés, qualité qui n'est nullement caractéristique de l'espace physiologique. Mais l'influence de l'espace physiologique s'observe néanmoins abondamment en géométrie. C'est le cas, par exemple, lorsque l'on distingue les courbures convexes et concaves. Le géomètre ne devrait vraiment connaître que la quantité d'écart par rapport à la moyenne des ordonnées.

22.

Tant que nous concevons les (12) muscles de l'œil comme innervés séparément, nous ne sommes pas en mesure de comprendre le fait fondamental que l'espace optique se présente comme une multiplicité tridimensionnelle. J'ai ressenti cette difficulté pendant des années, et j'ai aussi reconnu dans quelle direction, sur le principe du parallélisme du physique et du psychique, il fallait chercher l'explication ; mais à cause de mon expérience défectueuse dans ce domaine, la solution elle-même m'est restée cachée. J'apprécie d'autant mieux le service rendu par Hering qui l'a découvert. Aux trois coordonnées de l'espace optique, c'est-à-dire aux sensations de hauteur, de largeur et de profondeur,

correspond simplement, selon les dires de ce chercheur[150], une triple innervation, qui tourne les yeux vers la droite ou vers la gauche, les élève ou les abaisse, et les fait converger, respectivement, selon les besoins de l'action. C'est le point que je considère comme le plus important et essentiel[151]. Que nous considérions l'innervation elle-même comme la sensation d'espace, ou que nous concevions la sensation d'espace comme avant ou après l'innervation, – une question qui n'est ni facile ni nécessaire à trancher, – l'exposé de Hering jette néanmoins un flot de lumière sur l'obscurité psychique du processus de l'espace visuel. Les phénomènes que j'ai cités à propos de la symétrie et de la similitude s'accordent d'ailleurs parfaitement avec cette conception. Mais il est inutile, je pense, de s'y attarder davantage[152].

---

[150] Hering, *Beiträge zur Physiologie*, Leipzig, Engelmann, 1861-1865 ; *Die Lehre vom binokularen Sehen* (Théorie de la vision binoculaire), 1868.

[151] C'est le point auquel il a été fait référence plus haut (p. 131, note 94, p. 148).

[152] Cette conception lève aussi une difficulté que j'éprouvais encore en 1871, et que j'exprimais dans ma conférence sur « La symétrie » (Prague, Calve, 1872), – aujourd'hui traduite en anglais dans mes *Popular Scientific Lectures*, Chicago, 1894, – par les mots suivants : « La possession du sens de la symétrie par les borgnes de naissance est certainement une énigme. Pourtant le sens de la symétrie, bien qu'acquis à l'origine par les yeux, n'a pas pu être confiné exclusivement aux organes visuels. Au-travers de milliers d'années de pratique, il doit également avoir été implanté dans d'autres parties de l'organisme humain et ne peut donc pas être immédiatement éliminé lors de la perte d'un œil. » En fait, *l'appareil symétrique d'innervation* demeure, même lorsqu'un œil est perdu.

8. LA VOLONTÉ

1.

Dans ce qui précède, l'expression « la volonté » a souvent été employée et a toujours été destinée à désigner simplement un phénomène psychique généralement reconnu. Je n'entends par volonté aucun agent psychique ou métaphysique particulier ni ne suppose une causalité psychique spécifique. Je suis plutôt convaincu, en compagnie de l'écrasante majorité des physiologistes et des psychologues modernes, que les phénomènes de volition doivent, – pour le dire brièvement, mais d'une manière que tout le monde peut comprendre, – être expliqués au moyen des seules forces physiques de l'organisme. Je n'insisterais pas spécialement sur le fait qu'il s'agit là d'une évidence, si les remarques de nombreux critiques n'avaient montré que mettre l'accent sur ce point était nécessaire.

Les mouvements des animaux inférieurs, et également les premiers mouvements de tous les animaux nouveau-nés, sont immédiatement déclenchés par quelque stimulus ; ils suivent le stimulus tout à fait mécaniquement ; ce sont des mouvements réflexes. De tels mouvements réflexes ne sont pas non plus absents dans les derniers stades de la vie des animaux supérieurs, et lorsque l'occasion se présente pour nous de les observer pour la première fois en nous-mêmes, par exemple les réflexes tendineux, nous en sommes aussi surpris que par tout événement inattendu dans notre environnement. Le comportement du jeune moineau décrit ci-dessus (pp. 83-4) dépend de mouvements réflexes. Le poussin picore machinalement tout ce qu'il voit, de même l'enfant saisit tout ce qui attire son attention, et, d'autre part, retire ses membres de tout contact désagréable sans aucune

coopération de l'intellect. Car il y a des arrangements organiques fixes qui déterminent la conservation de l'organisme. Si nous adoptons les vues de Hering sur la substance vivante, selon lesquelles la substance vivante tend vers l'équilibre des processus antagonistes qui s'y déroulent, nous serons forcés d'attribuer aux éléments de l'organisme eux-mêmes cette tendance à l'autoconservation ou à la stabilité effective.

Les stimuli sensationnels peuvent être partiellement ou totalement remplacés par des images-souvenirs. Toutes les traces mnésiques qui subsistent dans le système nerveux coopèrent avec les sensations pour déclencher, assister, inhiber et modifier les réflexes. C'est ainsi que naît le mouvement volontaire, puisque l'on peut concevoir le mouvement volontaire, au moins en principe, comme un mouvement réflexe modifié par les souvenirs, si loin qu'on puisse le comprendre dans le détail. L'enfant qui s'est brûlé une fois à une flamme vive s'abstient désormais de saisir la flamme, car le réflexe de préhension est inhibé par le réflexe d'évitement antagoniste que le souvenir de la douleur libère. Le poussin commence par tout picorer ; mais bientôt, sous l'influence en partie des souvenirs inhibiteurs et en partie encourageants du goût, il exerce un choix. Le passage progressif du mouvement réflexe à l'action volontaire peut être très joliment suivi dans le cas de notre moineau (pp. 83-4 ci-dessus). Pour le sujet réfléchissant, la marque caractéristique de l'action volontaire, distincte du mouvement réflexe, réside dans la reconnaissance par le sujet que le facteur déterminant de l'action volontaire est ses propres représentations, qui anticipent cette action (pp. 109-10 ci-dessus).

2.

Les processus psychiques qui accompagnent l'action volontaire et le mouvement volontaire ont été

admirablement analysés par William James[153] et par Hugo Münsterberg[154]. Il semble simple et naturel de supposer que le mouvement réel est associé au mouvement imaginé de la même manière qu'une représentation est associée à une autre. Mais en ce qui concerne les sensations du genre et de quantité de mouvement, et de la quantité d'effort impliqué, qui sont liées à l'exécution du mouvement, deux vues opposées sont adoptées. Selon une opinion, soutenue par Bain, Wundt et Helmholtz, l'influx nerveux qui s'écoule vers les muscles est lui-même ressenti. James et Münsterberg ont un point de vue différent. Ils soutiennent que toutes les sensations kinesthésiques qui accompagnent un mouvement sont excitées en périphérie par des éléments sensibles de la peau, des muscles et des articulations.

À l'hypothèse de l'origine centrale des sensations kinesthésiques, il faut opposer, en premier lieu, les observations sur les sujets anesthésiés[155] qui, lorsque leurs sensations sont coupées, ne peuvent rendre compte du mouvement passif de leurs membres, bien qu'ils soient capables de bouger leurs membres sous la direction du sens de la vue. On ressent tout autant l'effort d'un muscle faradisé[156] que dans le cas d'un muscle volontairement innervé[157].

L'hypothèse de sensations spécifiques liées aux influx nerveux n'est pas requise pour l'explication des phénomènes, et, par principe d'économie, est par conséquent à proscrire. Enfin, les sensations d'influx nerveux ne sont pas directement observées. Une difficulté particulière est

---

[153] W. James, *Principles of Psychology* (Principes de psychologie), Vol. II, pp. 486s.

[154] H. Münsterberg, *Die Willenshandlung* (L'acte de volonté), Fribourg-en-Brisgau, 1888.

[155] W. James, *op. cit.*, Vol. II, p. 489.

[156] Faradisé signifie ici électrisé (NDT).

[157] W. James, *op. cit.*, Vol. II, p. 502.

constituée par certains phénomènes optiques sur lesquels nous reviendrons.

La loi d'association relie non seulement les processus qui émergent dans la conscience (représentations), mais aussi les processus organiques les plus divers. L'homme qui rougit facilement lorsqu'il est gêné, dont les mains transpirent facilement, etc., observe généralement ces processus se produire en lui-même dès qu'il s'en souvient. À des fins d'études, Newton[158] a acquis une image rémanente éblouissante en regardant le soleil ; cette image a disparu, mais pendant une période de plusieurs mois, bien qu'il soit resté plusieurs jours dans l'obscurité, elle revenait toujours avec une pleine intensité sensationnelle dès qu'il s'en souvenait. Ce n'est qu'en détournant son attention par un effort psychique prolongé et violent qu'il a pu se débarrasser de ce phénomène gênant. Boyle rapporte une observation similaire dans son livre sur les couleurs. Mise en rapport avec ces faits, l'association des processus moteurs avec les représentations cesse de paraître étrange.

3.

Une attaque d'apoplexie[159] que j'ai éprouvée en 1898, sans que cela ait le moins du monde affecté ma conscience, m'a fait connaître personnellement une partie des faits actuellement considérés. J'étais dans un wagon de chemin de fer, quand j'ai soudainement observé, sans avoir conscience de quoi que ce soit d'autre qui n'allait pas, que mon bras et ma

[158] *Life of Locke* de King, 1830, vol. I, p. 404 ; Brewster, *Memoirs of Newton*, 1855, Vol. I, p. 236.

[159] Apoplexie est un terme médical obsolète, qui se définissait comme la suspension brutale, plus ou moins complète, de l'activité cérébrale avec parfois une perte de conscience. Wikipédia : *https://bit.ly/3zaZ04y*. Ce que décrit Mach sous ce terme « d'apoplexie » ressemble fort à un accident vasculaire cérébral (AVC). Page Inserm : *https://bit.ly/38YVPC8* (NDT).

jambe droits étaient complètement paralysés ; la paralysie était intermittente, de sorte que de temps en temps je pouvais à nouveau bouger d'une manière apparemment tout à fait normale. Au bout de quelques heures la paralysie devint continue et permanente, et s'installa aussi une affection du muscle facial droit, qui m'empêcha de parler sauf à voix basse et avec quelque difficulté. Je ne puis décrire mon état pendant la période de paralysie complète qu'en disant que lorsque j'ai formé l'intention de remuer mes membres, je n'ai ressenti aucun effort, mais qu'il m'était absolument impossible d'amener ma volonté au point d'exécuter le mouvement. D'autre part, pendant les phases de paralysie imparfaite, et pendant la période de convalescence, mon bras et ma jambe me semblaient d'énormes fardeaux que je ne pouvais soulever qu'avec le plus grand effort. Il me semble plausible de supposer que cela a été causé par l'innervation énergétique d'autres groupes musculaires en plus des muscles des extrémités paralysées[160]. Les membres paralysés conservaient toute leur sensibilité, à l'exception d'un endroit sur la cuisse, et j'ai ainsi pu prendre conscience de leur position et de leurs mouvements passifs. J'ai trouvé que l'excitabilité réflexe des membres paralysés était énormément augmentée ; cela se traduisait notamment par de violents sursauts à la moindre alerte. Des images motrices optiques et tactiles persistaient dans ma mémoire. Très souvent, pendant la journée, je formais l'intention de faire quelque chose avec ma main droite et je devais penser à l'impossibilité de le faire.

C'est à la même source que doivent être rapportés les rêves vifs que j'ai eus de jouer du piano et d'écrire, accompagnés d'étonnement devant la facilité avec laquelle j'écrivais et jouais, et suivis d'une amère déception au réveil. Des hallucinations motrices se sont également produites. J'ai souvent pensé que je sentais ma main paralysée s'ouvrir et se refermer, et en même temps le mouvement total semblait

[160] W. James, *op. cit.*, Vol. II, p. 503.

être entravé comme par un gant lâche, mais raide. Mais je n'avais qu'à regarder pour me convaincre qu'il n'y avait pas le moindre mouvement. Sur les fléchisseurs de cette main, j'ai acquis un très léger contrôle, mais sur les extenseurs aucun.

Puisque la sensibilité de la main est préservée, tandis que la puissance du mouvement volontaire fait défaut, je ne sais pas comment expliquer correctement l'illusion du mouvement, même sur la nouvelle théorie. Les muscles soustraits à l'influence de la volonté réagissent maintenant aux stimuli les plus divers, de sorte que la main est tantôt tendue tantôt crispée. Des goûts forts de différentes qualités semblent agir comme des stimuli à des degrés divers sur différents muscles de ma main paralysée. L'eau imprégnée de sulfate de magnésie, par exemple, excite des mouvements involontaires de tension dans le pouce et les deux doigts voisins.

4.

La théorie de James et Münsterberg correspond à ces faits, comme je le pense, sans aucun effort, et nous devons donc la considérer comme correcte pour l'essentiel. L'influx nerveux n'est pas ressenti, mais les conséquences de l'influx nerveux créent de nouveaux stimuli sensibles en périphérie, qui sont liés à l'exécution du mouvement. Il y a cependant quelques difficultés qui m'empêchent de croire que cette opinion qui était à l'origine la mienne[161], explique complètement les faits.

On pourrait penser que le processus central qui conditionne la simple représentation d'un mouvement doit différer à certains égards du processus qui déclenche également un mouvement réel. Certes, la force du processus, l'absence de processus antagonistes et la mesure dans laquelle les centres d'innervation sont chargés peuvent être des déterminants partiels ; mais il est à peine possible de nier

[161] Avant que les phénomènes liés à la paralysie des muscles oculaires me soient connus, c'est-à-dire avant 1863.

qu'une explication supplémentaire soit nécessaire. En particulier, la différence de comportement des muscles de l'œil et des autres muscles qui peuvent être excités à volonté nécessite une étude plus approfondie. La plupart des muscles ont des quantités variables de travail à effectuer, et il est d'une importance pratique pour nous de connaître ces quantités approximativement. Le travail effectué par les muscles oculaires, d'autre part, est petit et est toujours exactement lié à l'altération de la position des yeux ; cette dernière seule a une importance optique, tandis que le travail en tant que tel est indifférent. C'est peut-être la raison pour laquelle les sensations kinesthésiques jouent un rôle beaucoup plus grand dans le cas des muscles des extrémités.

5.

Hering[162] a montré combien est petite l'importance des sensations provenant des muscles de l'œil. Habituellement, nous ne prêtons guère attention aux mouvements de nos yeux, et la position des objets dans l'espace n'est pas influencée par ces mouvements. Si l'on imagine deux surfaces sphériques, couvertes de rétines mobiles, et restant fixes dans l'espace tandis que la rétine tourne, une considération superficielle pourrait même nous faire croire que les valeurs spatiales des objets vus ne seraient déterminées que par les deux positions de réflexion sur les sphères fixes. Mais les faits mentionnés pp. 136-7 ci-dessus, nous obligent à séparer ces valeurs d'espace en deux composantes, dont l'une dépend des coordonnées du point de réflexion sur la rétine, et l'autre des coordonnées du point de

[162] Hering dans *Handbuch der Physiologie* de Hermann, Vol. III, I, p. 547. Cf. aussi Hillebrand, « Verhältnis der Akkommodation und Konvergenz zur Tiefenlokalisation » (Relation entre l'accommodation et la convergence avec la localisation de la profondeur), *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, Vol. VII, pp. 97s.

vision, lesquelles composantes subissent des altérations se compensant mutuellement correspondant à des altérations volontaires du point de vision[163]. Maintenant, si nous refusons d'admettre une sensation d'influx nerveux, et nions l'importance des sensations kinesthésiques des muscles oculaires excitées en périphérie, la seule alternative restante est celle adoptée par Hering, – à savoir de considérer la position de l'attention comme déterminée par un processus psychophysique défini, qui est en même temps le facteur physique qui produit l'influx nerveux des muscles oculaires correspondants[164]. Mais ce processus reste un processus central, et « l'attention » reste à peine différente de « la volonté de voir ». De cette façon, je pourrais encore tenir pour l'essentiel à mon point de vue de la p. 139 ci-dessus ; selon lequel la série des processus d'excitation, qui se produisent à partir du système nerveux central, et qui entrent dans le cadre du phénomène de sensation, représentent un problème à multiples facettes qui, pour le moment, peut rester non résolu.

6.

Conformément à ce qui précède, on pourrait remplacer, dans l'explication tentée p. 174 ci-dessus, les deux influx nerveux antagonistes par deux processus antagonistes de l'attention, excités l'un par le stimulus sensible, et l'autre par un processus central. Je ne puis donner mon assentiment à l'explication proposée par James[165] des phénomènes liés à la paralysie des muscles de l'œil, puisque cette explication

[163] Cf. p. 123 ci-dessus ; Hering, *op. cit.*, pp. 533-4. Je suis maintenant incapable de décider si l'opinion selon laquelle l'altération des valeurs d'espace se complète immédiatement avec le changement d'attention peut être mise en harmonie avec le fait mentionné à la p. 139 ci-dessus.

[164] Hering, *op. cit.*, pp. 547-8.

[165] W. James, *op. cit.*, Vol. II, p. 506.

semble, formellement du moins, dériver vers les eaux douteuses des « inférences inconscientes ». Dans le cas dont nous parlons, il s'agit de sensations et non de résultats de réflexions.

La fonction des muscles des yeux est simplement d'assurer notre orientation dans l'espace ; celle des muscles des membres est principalement l'exécution d'un travail mécanique. Nous avons donc ici deux cas extrêmes, entre lesquels il y aura bien des termes moyens. Quand on voit le poussin nouvellement éclos picorer et frapper sa cible avec précision, il est facile de croire que les muscles de son cou et de sa tête remplissent en quelque sorte un rôle similaire à celui de ses muscles oculaires et agissent comme un appareil d'orientation spatiale. Probablement les mouvements saccadés de la tête qui ont lieu chez les oiseaux lorsqu'ils marchent vers l'avant, s'exécutent, comme les mouvements nystagmiques de la tête en rotation, dans l'intérêt de l'orientation. Les muscles des extrémités ne peuvent pas non plus être entièrement sans analogie avec les muscles oculaires. Sinon, comment comprendre la représentation tactile de l'espace par l'aveugle ? Car il n'est pas facile de combiner une théorie nativiste de l'espace visuel avec une théorie empirique de l'espace tactile[166].

[166] Cf. p. 145 ci-dessus, note 115, et p. 148.

9. CONSIDÉRATIONS BIOLOGICO-TÉLÉOLOGIQUE APPLIQUÉES À L'ESPACE

1.

Nous avons déjà eu maintes fois l'occasion de remarquer à quel point le système de nos sensations spatiales est très différent de notre espace physiologique, si nous pouvons employer cette expression, – de l'espace géométrique (par lequel on entend ici l'espace euclidien)[167]. Ceci est vrai, non seulement en ce qui concerne l'espace visuel, mais aussi en ce qui concerne l'espace tactile de l'aveugle par rapport à l'espace géométrique.

L'espace géométrique est de même nature partout et dans toutes les directions, il est illimité et (au sens de Riemann) infini. L'espace visuel est délimité et fini, et, qui plus est, son extension est différente selon les directions, comme nous l'enseigne un coup d'œil sur la « voûte céleste » aplatie. Les corps rétrécissent lorsqu'on les éloigne ; lorsqu'ils sont rapprochés, ils s'agrandissent : suivant ces caractéristiques l'espace visuel ressemble à de nombreuses constructions des

[167] Ce sujet ne peut être traité ici en détail. Je peux me référer à mes articles dans *The Monist*, dont le premier est apparu en avril 1901, le deuxième en juillet 1902 et le troisième en octobre 1903. Les considérations physiologiques décrites ici sont en partie liées aux vues de Wlassak telles qu'énoncées dans son article, « Ueber die statischen Funktionen des Ohrlabyrinthes » (Sur les fonctions statiques du labyrinthe auriculaire), *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Philosophie*, Vol. XVII, I, p. 28), sauf que je suppose, non pas une, mais deux, réactions aux stimuli en question. Cf. également les passages cités ci-dessus de Hering et W. James, *Psychology*, Vol. II, pp. 134s. Cf. aussi mon *Erkenntnis und Irrtum*, 1905, pp. 331-414, 426-440.

métagéomètres[168] plutôt qu'à l'espace euclidien. La différence entre « en haut » et « en bas », entre « devant » et « derrière », et aussi, à proprement parler, entre « droite et gauche », est commune à l'espace tactile et à l'espace visuel. Dans l'espace géométrique, il n'y a pas de telles différences.

Pour l'homme, et pour les animaux de structure semblable à l'homme, l'espace physiologique se rapporte à la géométrie tout comme un milieu « triclinique » l'est à un milieu « tesséral »[169]. Ceci est vrai pour les hommes et les animaux, tant qu'ils ne sont pas doués de liberté de mouvement et d'orientation. Lorsqu'on y ajoute la mobilité, l'espace physiologique se rapproche de l'espace euclidien, sans toutefois atteindre complètement à la simplicité des propriétés de l'espace euclidien. La multiplicité et la continuité tridimensionnelles sont communes à l'espace géométrique et à l'espace physiologique. Au mouvement continu d'un point *A* dans l'espace géométrique, correspond un mouvement continu d'un point *A'* dans l'espace physiologique. Il suffit de se rappeler les difficultés que la doctrine des antipodes a dû surmonter, pour voir comment les représentations spatiales géométriques peuvent être perturbées par des facteurs physiologiques. Même notre géométrie la plus abstraite n'emploie pas de notions purement métriques, mais utilise aussi des conceptions physiologiques telles que direction, sens, droite, gauche, etc.

Afin de maintenir complètement séparés les facteurs physiologiques et géométriques, nous devons réfléchir que nos sensations spatiales sont déterminées par la dépendance des éléments que nous avons appelés [Monde]… vis-à-vis des éléments de notre corps [Corps]… mais que les conceptions géométriques se forment au moyen de la comparaison spatiale des corps par les relations des [Monde]… entre eux.

---

[168] La métagéométrie englobe la géométrie euclidienne et les géométries non euclidiennes (elliptique et hyperbolique) (NDT).

[169] Triclinique se rapporte aux formes de prisme et tesséral se rapporte aux formes cubiques (NDT).

2.

Si l'on considère les sensations spatiales non pas comme des phénomènes isolés, mais dans leur connexion biologique, dans leur fonction biologique, elles deviennent plus faciles à comprendre, en tout cas téléologiquement. Dès qu'un organe ou un système d'organes est stimulé, des mouvements se produisent sous forme de réactions réflexes ; ces mouvements sont généralement intentionnels et peuvent être défensifs ou offensifs, selon la nature du stimulus. Par exemple, différents endroits de la peau d'une grenouille peuvent être successivement stimulés en y déposant de l'acide. À chaque excitation la grenouille répondra par un mouvement de défense spécifique selon le point stimulé. La stimulation des points de la rétine libère le réflexe tout aussi spécifique du claquement. C'est-à-dire que les altérations qui font leur entrée dans l'organisme par des voies différentes se reproduisent extérieurement également par des voies différentes sur l'environnement de l'animal.

Or, supposons que, dans des conditions de vie compliquées, de telles réactions puissent aussi survenir spontanément par la mémoire, c'est-à-dire sur une légère impulsion, et qu'elles puissent être modifiées par les souvenirs ; alors des traces, correspondant à la nature du stimulus et aux organes stimulés, doivent rester en arrière dans la mémoire. Comme nous l'enseigne notre observation de nous-mêmes, non seulement nous reconnaissons l'identité de qualité dans le stimulus de brûlure, quel que soit le point brûlé, mais en même temps nous distinguons les points stimulés. Il faut donc supposer qu'il y a, rattaché à la sensation qualitativement identique, un élément de différence, qui dépend de la nature spécifique de l'organe élémentaire stimulé, de l'endroit stimulé, ou, pour reprendre l'expression de Hering, du « lieu d'attention ». C'est précisément dans la perception de l'espace que l'adaptation biologique mutuelle et intime, d'une multiplicité d'organes

élémentaires connectés, se manifeste avec une clarté particulière.

3.

Supposons un seul type d'élément de conscience, à savoir les sensations. Dans la mesure où nous avons des perceptions spatiales, celles-ci dépendent, selon notre théorie, des sensations. Quelle est la nature de ces sensations, et quels organes sont actifs en rapport avec elles, c'est une question ouverte en suspens. Il faut imaginer un système d'organes élémentaires d'origine embryologique commune comme étant naturellement disposés de telle sorte que les éléments voisins présentent la plus grande affinité ontologique, et que cette affinité diminue à mesure que la ségrégation des éléments les uns par rapport aux autres augmente. La sensation organique, qui dépend seule de l'individualité de l'organe, et qui varie avec la variation du degré d'affinité, correspondra à la sensation d'espace, et de là on distingue les sensations qui dépendent de la qualité du stimulus comme *sensations particulières*. Sensations organiques et sensations spécifiques ne peuvent apparaître que concomitamment[170]. Mais, vis-à-vis des sensations spécifiques variables, les sensations organiques immuables constituent actuellement un registre fixe, dans lequel les sensations organiques se rangent. Nous ne faisons ici que des présuppositions analogues, quant aux organes élémentaires, telles que nous les trouverions naturelles dans le cas d'individus séparés de même descendance, mais de degrés d'affinité différents.

4.

La perception de l'espace est née de nécessités biologiques et peut être mieux comprise en référence à ces nécessités. Un

[170] De même, les organes internes ne sont ressentis et localisés que lorsqu'il se produit quelque perturbation de leur équilibre.

système infini de sensations spatiales serait non seulement sans but pour l'organisme, mais serait également physiquement et physiologiquement impossible. Les sensations spatiales qui devraient être orientées par rapport au corps seraient également sans valeur. Il est également avantageux que, dans l'espace visuel, les indices de sensation pour les objets les plus proches, qui sont biologiquement les plus importants, soient plus nettement gradués, tandis que pour les objets plus éloignés, et par conséquent moins importants, l'offre limitée d'indices est utilisée à l'économie. Cette relation, encore une fois, est la seule physiquement possible.

Les considérations suivantes permettent de comprendre l'organisation motrice de l'appareil visuel. La plus grande netteté et les distinctions plus fines qui existent à un endroit donné de la rétine de l'œil d'un vertébré sont un arrangement économique. Par ce moyen un mouvement des yeux qui suit un changement d'attention est reconnu comme avantageux, de même que l'influence d'un mouvement volontaire des yeux sur la sensation d'espace causée par des objets au repos est reconnue comme désavantageuse, si elle est trompeuse. Néanmoins le déplacement des images sur la rétine, qui elle-même reste au repos, est biologiquement nécessaire, afin de nous permettre de percevoir les objets en mouvement avec nos yeux au repos : le seul cas (rare) où il est inutile pour l'organisme, c'est lorsqu'il est nécessaire de percevoir un objet au repos lorsque l'œil est déplacé par une cause qui n'émerge pas dans la conscience, telle qu'une force mécanique externe ou une contraction des muscles. La seule solution qui réponde à toutes les exigences précédentes est que, lorsque l'œil est déplacé volontairement, le déplacement des images sur la rétine correspondant à ce mouvement soit compensé par le mouvement volontaire en valeur d'espace. Mais il s'ensuit que, lorsque l'œil est maintenu immobile, la simple intention de déplacer l'œil doit faire subir aux objets au repos un certain déplacement dans l'espace visuel. Au moyen d'une expérience appropriée (pp. 137-8 ci-dessus),

aussi l'existence de la seconde des deux composantes mutuellement compensatoires est directement prouvée. Ces arrangements organiques sont finalement la raison pour laquelle, dans des circonstances particulières, lorsque nos yeux sont au repos, les objets au repos semblent bouger et les valeurs d'espace fluctuer – c'est pourquoi nous voyons des corps en mouvement, qui néanmoins ne changent pas de position par rapport à notre corps, sans s'éloigner ni s'approcher. Ce qui semble paradoxal dans ces circonstances particulières est, dans des circonstances ordinaires (celles de la locomotion spontanée) de la plus haute importance biologique.

Les relations de l'espace tactile sont, à quelques particularités près, semblables à celles de l'espace visuel. Le sens du toucher n'est pas un sens à longue portée ; il n'y a pas de rétrécissement et d'élargissement de la perspective des objets tactiles. Autrement les phénomènes que l'on retrouve ici s'apparentent à ceux de la vision. Le bout des doigts correspond à la *macula lutea*[171]. Nous pouvons parfaitement faire la différence entre le passage du bout de nos doigts sur un objet immobile et le mouvement d'un objet sur nos bouts de doigts immobiles. Des phénomènes paradoxaux analogues liés au vertige rotatoire apparaissent ici aussi. Ils étaient connus de Purkinje.

5.

Des considérations biologiques d'ordre général obligent à concevoir l'espace optique et l'espace tactile comme homogènes. Un poussin nouvellement éclos remarque un petit objet et à la fois le regarde et le pique. Le stimulus excite une certaine étendue de l'organe sensoriel et de l'organe

[171] La *macula lutea*, ou tache jaune, est la zone de la rétine caractérisée par une concentration maximale de cônes, elle permet la vision des détails en éclairage diurne. Wikipédia : *https://bit.ly/3PXK4fY* (NDT).

central, au moyen duquel le mouvement de regard des muscles oculaires et le mouvement de picotement des muscles de la tête et du cou sont déclenchés de manière parfaitement automatique. L'excitation d'un seul et même conduit nerveux, qui, d'une part, est déterminée par la position géométrique du stimulus physique, doit, d'autre part, être considérée comme le fondement de la sensation d'espace. Un enfant qui remarque un objet scintillant, puis le regarde et le saisit, se comporte de la même manière que le poussin. Outre les stimuli optiques, il en existe d'autres – stimuli acoustiques, stimuli de chaleur et d'odorat – qui peuvent également déclencher des mouvements de préhension ou de défense ; et ceux-ci sont bien sûr également opérationnels avec les aveugles. Là encore, aux mêmes lieux de stimulation et aux mêmes sensations d'espace correspondront les mêmes mouvements. En général, les stimuli qui excitent une personne aveugle ne sont confinés qu'à une sphère plus étroite et sont moins clairement et précisément localisés. Le système de ses sensations spatiales sera par conséquent un peu plus pauvre et plus flou que celui d'une personne normale, et, en l'absence d'éducation spéciale, il restera ainsi. Considérez, par exemple, un aveugle qui essaie d'éloigner une guêpe qui bourdonne autour de lui.

En conséquence, comme un objet me pousse à tourner mon regard vers lui, ou me stimule à le saisir, les trajets de l'organe central qui entrent en jeu doivent être partiellement différents, bien qu'adjacents. Si les deux stimuli ont lieu en même temps, le tractus impliqué est bien sûr plus grand. Sur le plan biologique, nous devrions nous attendre à ce que les sensations spatiales liées à différents sens, qui, bien que non identiques, sont étroitement apparentées les unes aux autres, soient liées entre elles au moyen des mouvements qu'elles induisent, – mouvements qui sont dirigés vers la préservation de l'organisme, – se fondraient l'une dans l'autre par voie d'association et se soutiendraient mutuellement ; et c'est effectivement le cas.

Mais cette conclusion n'épuise pas les phénomènes qui nous intéressent. Un poussin peut regarder un objet ou le picorer ; il peut aussi être déterminé par le stimulus à se tourner vers lui et à courir vers lui. Exactement similaire est le comportement d'un enfant qui rampe vers un but, puis un jour se lève et court quelques pas vers le but. Tous ces cas passent graduellement les uns aux autres, et nous devons les considérer tous comme homogènes. Il y a probablement toujours certaines parties du cerveau qui, lorsqu'elles sont stimulées de manière relativement simple, déterminent d'une part des sensations spatiales, et d'autre part déclenchent des mouvements automatiques parfois extrêmement compliqués. Les stimuli optiques, thermiques, acoustiques, chimiques et galvaniques peuvent exciter une grande quantité de locomotion et de changement d'orientation, et ces effets peuvent se produire même chez les animaux aveugles, soit d'origine, soit par dégénérescence.

6.

Lorsqu'on observe un mille-pattes (*Julus*) rampant régulièrement sur son chemin, on ne peut résister à l'idée qu'un courant de stimulation provient de quelques organes de l'insecte, et que les organes moteurs des segments successifs du corps répondent à ce courant par des mouvements automatiques rythmiques. L'onde longitudinale, qui semble passer le long des rangées de pattes de l'insecte avec une régularité mécanique, provient de la différence de phase des segments arrière par rapport à ceux de devant. Nous devrions nous attendre à trouver des processus analogues chez les animaux les plus organisés, et en fait de tels processus se produisent. Je n'ai qu'à me référer aux phénomènes liés aux stimulations du labyrinthe, par exemple aux mouvements nystagmiques bien connus des yeux, qui se déclenchent sous la rotation active et passive. Maintenant, s'il y a des organes, comme dans le cas du mille-pattes, par la simple stimulation de laquelle, les mouvements

compliqués d'un certain type de locomotion sont induits, alors nous pouvons considérer cette stimulation simple, dans le cas où elle est présente à la conscience, comme la *volonté* de la locomotion en question, ou comme l'*attention* à la locomotion, qui entraîne automatiquement la locomotion après elle. En même temps, nous reconnaissons qu'il est nécessaire que l'organisme ressente l'effet de la locomotion d'une manière tout aussi simple. Et, en fait, les objets de la vue et du toucher apparaissent avec des valeurs spatiales variables et fluctuantes, au lieu que leurs valeurs soient stables. Même si nous excluons aussi complètement que possible toutes les sensations de la vue et du toucher, il reste encore des sensations d'accélération, qui évoquent, par association, les images des diverses valeurs spatiales auxquelles elles ont souvent été associées. Entre le premier et le dernier membre du processus se trouvent les sensations de mouvement dans les extrémités qui, cependant, ne sont généralement pleinement présentes à la conscience que lorsqu'un obstacle surgit et rend nécessaire une modification du mouvement.

L'homme immobile, dans l'ensemble, n'a conscience que de sensations spatiales limitées, localement individualisées et orientées par rapport à son propre corps ; mais les sensations qui surviennent à l'occasion de la locomotion et du changement d'orientation ont pour caractéristique d'être régulières et inépuisables. Toutes ces expériences sont requises comme base pour la construction d'une conception de l'espace à peu près semblable à l'espace euclidien. Outre le fait que le premier ensemble d'expériences (en état d'immobilité) ne nous donne que des accords et des différences, mais pas de grandeurs et pas de déterminations métriques, ce dernier ensemble (en état de mouvement) n'atteint pas à l'uniformité absolue en raison des obstacles à une désorientation permanente et libre à l'égard de la verticalité.

7.

Pour l'organisme animal, les relations entre les parties de son propre corps sont, avant tout, de la plus haute importance. Un objet étranger n'acquiert de la valeur qu'en relation avec des parties du corps de l'animal. Dans les organismes les plus bas, les sensations, y compris les sensations d'espace, sont suffisantes pour assurer l'adaptation aux conditions primitives de la vie, mais à mesure que ces conditions deviennent plus complexes, elles forcent le développement de l'intellect. Alors les relations mutuelles de ces complexes fonctionnels d'éléments (sensations) que nous appelons corps, acquièrent un intérêt indirect. La géométrie naît de la comparaison spatiale des corps entre eux.

Notre compréhension du développement de la géométrie peut être aidée par l'observation que notre intérêt immédiat est lié, non pas aux seules propriétés spatiales, mais à tout le complexe permanent des propriétés matérielles qui est important pour la satisfaction de nos besoins. Mais les formes, les positions, les distances et les extensions des corps sont décisives pour le mode et la quantité de la satisfaction des besoins. La perception seule (estimation, mesure oculaire et mémoire) s'avère trop sous l'influence de circonstances physiologiques difficilement maîtrisables pour qu'on puisse s'y appuyer solidement, lorsqu'il s'agit de juger avec justesse des relations spatiales de corps les uns aux autres. Nous sommes donc obligés de nous tourner vers les organismes eux-mêmes pour obtenir des indications fiables.

L'expérience quotidienne nous rappelle la permanence des corps. Dans des circonstances ordinaires, cette permanence s'étend aussi à des qualités particulières, telles que la couleur, la forme et la taille. Nous faisons connaissance avec des corps rigides qui, malgré leur mobilité dans l'espace, produisent toujours les mêmes sensations spatiales dès qu'ils sont mis dans un rapport défini avec notre corps, qu'ils sont vus et manipulés. De tels corps présentent une substantialité

spatiale[172] ; ils restent spatialement constants et identiques. Un corps rigide *A* peut être immédiatement ou médiatement superposé spatialement à un autre corps rigide *B*, ou à des parties de celui-ci, et cette relation reste toujours et partout la même. Nous disons alors que *B* est mesuré par *A*. Lorsque les corps sont comparés l'un à l'autre de cette manière, la question n'est plus celle du type de sensation d'espace impliqué ; nous avons plutôt un jugement quant à leur identité dans des circonstances similaires, et ce jugement est formé avec une grande précision et certitude. Les variations dans les résultats de mesure sont, en effet, négligeables en comparaison de l'élément d'erreur impliqué dans les jugements spatiaux immédiats quant aux corps juxtaposés ou successifs, et c'est en ce fait que l'avantage et la justification rationnelle du procédé de mesure consistent. Au lieu des mains et des pieds individuels, que chacun transporte avec soi sans y remarquer de changement spatial appréciable, on choisit bientôt un étalon de mesure accessible à tous, qui, remplissant à un degré élevé la condition d'immuabilité, inaugure une ère d'une plus grande précision.

8.

L'objet de tous les problèmes géométriques est d'établir une correspondance numérique entre les espaces qu'il s'agit de connaître et les corps homogènes connus. Les récipients vides pour la mesure des fluides, ou des agrégats compacts de corps presque exactement semblables, sont probablement les mesures les plus anciennes. Le volume d'un corps, – l'ensemble des positions occupées par sa matière, – que nous nous représentons instinctivement lorsque nous regardons

[172] Il est certain que cette opinion a été partagée par d'innombrables géomètres. Elle apparaît clairement dans tout l'arrangement de la géométrie d'Euclide, et est encore plus claire chez Leibniz, en particulier dans sa « caractéristique géométrique ». Mais Helmholtz fut le premier à en discuter ouvertement.

ou saisissons un corps qui nous est familier, en vient à être considéré comme un quantum de propriétés matérielles qui satisfont nos besoins, et constitue, à ce titre, un objet de litige. En effet, à l'origine la mesure d'une surface est entreprise uniquement dans le but de connaître la quantité des corps homogènes étroitement juxtaposés couvrant la surface. La mesure de longueur, – c'est-à-dire le dénombrement au moyen de semblables morceaux de ficelle ou de chaîne, – détermine le volume minimum qui peut être interpolé d'une seule et unique manière entre deux points, ou deux corps très petits. Si dans ce procédé on fait abstraction d'une ou deux dimensions des corps servant de mesures, ou encore si l'on suppose ces corps partout constants, mais aussi petits qu'on aime à les choisir, on arrive aux représentations idéalisées de la géométrie.

9.

Notre intuition de l'espace s'enrichit de l'expérimentation d'objets matériels, du fait que des expériences métriques, que l'intuition spatiale ne pourrait acquérir par elle-même, se rattachent à ces objets. Nous nous familiarisons ainsi avec les propriétés métriques des formes que nous connaissons depuis longtemps, telles que la ligne droite, le plan et le cercle. C'est encore l'expérience, comme en témoigne l'histoire, qui a d'abord conduit à la connaissance de certaines propositions géométriques, en montrant que, si un objet possède certaines dimensions, certaines autres dimensions de celui-ci en étaient déterminées. La géométrie scientifique s'est donné pour tâche économique de déterminer la dépendance des dimensions les unes par rapport aux autres, d'éviter les mesures superflues et de découvrir les faits géométriques les plus simples dont les faits restants découleraient comme des conséquences logiques. À cette fin, puisque nous n'avons aucun contrôle mental sur la nature, mais seulement sur nos propres constructions logiques simples, nos expériences géométriques ultimes ont dû être

conceptuellement idéalisées. Désormais, plus aucun obstacle ne s'opposait à la découverte de propositions géométriques par une sorte « d'expérience de pensée », – en avançant sur la voie de la visualisation mentale, et en pensant ces représentations comme liées aux expériences géométriques idéalisées. Le procédé est partout analogue à celui de toutes les sciences naturelles. Mais les expériences ultimes de la géométrie sont réduites à un si petit minimum qu'il est trop facile de les négliger complètement. Nous imaginons les corps comme se déplaçant sur les ombres ou les fantômes des corps, et nous nous accrochons mentalement à la notion que leurs mesures, si elles étaient prises, ne seraient pas modifiées dans le processus. Les corps physiques s'harmonisent avec les résultats dans la mesure où ils suffisent aux présuppositions.

L'intuition, les expériences physiques et l'idéalisation conceptuelle sont donc les trois facteurs qui coopèrent dans la géométrie scientifique. La grande divergence dans les points de vue des différents chercheurs quant à la nature de la géométrie est due à une sur – ou sous – estimation de l'un ou l'autre facteur. Le seul fondement possible d'une vue correcte est la séparation précise du rôle joué par chacun de ces facteurs dans la construction de la géométrie. Par exemple, notre organisation motrice anatomiquement symétrique, acquise en vue d'une locomotion rapide, fait que notre intuition nous fait apparaître comme équivalentes les deux moitiés d'une construction spatialement symétrique ; mais cela n'est nullement vrai d'un point de vue physico-géométrique, puisqu'elles ne peuvent être mises en congruence. Physiquement elles ne sont pas plus équivalentes qu'un mouvement à un mouvement inverse, ou une rotation à une rotation en sens inverse. Les paradoxes de Kant à ce sujet reposent sur une séparation inadéquate des différents facteurs impliqués.

10. LES RELATIONS DES SENSATIONS VISUELLES ENTRE ELLES ET AVEC D'AUTRES ÉLÉMENTS PSYCHIQUES

1.

Dans la vie psychique normale, les sensations visuelles n'apparaissent pas seules, mais s'accompagnent d'autres sensations. Nous ne voyons pas d'images optiques dans un espace optique, mais nous percevons les corps qui nous entourent avec leurs qualités sensibles nombreuses et variées. Une analyse délibérée est nécessaire pour isoler les sensations visuelles de ces complexes. Mais même les perceptions totales elles-mêmes sont presque invariablement accompagnées de pensées, de souhaits et d'impulsions. Chez les animaux, les mouvements d'adaptation exigés par leurs conditions de vie sont excités par les sensations. Si ces conditions sont simples, s'altérant peu et lentement, une excitation sensorielle immédiate suffit. Un développement intellectuel supérieur est inutile. Mais le cas est différent lorsque les conditions de vie sont complexes et variables. Ici un mécanisme d'adaptation aussi simple ne peut se développer, encore moins conduirait-il à l'accomplissement des fins recherchées.

Les espèces inférieures dévorent tout ce qui se trouve sur leur chemin et qui excite le stimulus approprié. Un animal plus développé doit chercher sa nourriture à ses risques et périls ; une fois trouvée, il doit la saisir au bon endroit, ou la capturer par ruse, et tester prudemment ses caractéristiques. De longs trains de souvenirs variés doivent passer devant son esprit avant que d'être assez fort pour l'emporter sur les considérations antagonistes et pour exciter le mouvement approprié. Ici, donc, une somme de souvenirs (ou

d'expériences) associés, déterminant par coïncidence les mouvements adaptatifs, doit accompagner et confronter les sensations. En cela consiste l'intellect.

Chez les jeunes des animaux supérieurs soumis à des conditions de vie complexes, les complexes de sensations nécessaires pour exciter les mouvements adaptatifs sont souvent d'une nature très complexe. La succion des jeunes mammifères, et le comportement du jeune passereau décrit pp. 83-4 en sont de bons exemples. Avec le développement de l'intelligence, les parties de ces complexes nécessaires pour produire l'excitation diminuent constamment, et les sensations sont de plus en plus complétées et remplacées par l'intellect, comme on peut l'observer quotidiennement chez les enfants et les animaux adolescents.

Dans une note de l'édition de 1886, j'ai lancé une mise en garde contre la tendance, encore répandue à cette époque, à surestimer l'intelligence des animaux inférieurs. Mon point de vue était basé uniquement sur des observations occasionnelles sur le mouvement mécanique des coléoptères, le vol des papillons vers la lumière, etc. Par la suite, les importants travaux de J. Loeb sont apparus et ont fourni une base expérimentale solide à ce point de vue.

À l'heure actuelle (1906), la psychologie des animaux inférieurs est redevenue le sujet de nombreuses controverses. Alors que A. Bethe[173] prône une théorie réflexe extrême, sur la

[173] R. Bethe. « Dürfen wir den Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zuschreiben ? » (Peut-on attribuer des qualités psychiques aux fourmis et aux abeilles ?), *Archiv* de Pflüger, Vol. LXX, p. 17 ; « Noch einmal über die psychischen Qualitäten der Ameisen » (Encore une fois sur les qualités psychiques des fourmis), *Ibid.*, Vol. LXXIX, p. 39 ; Beer, Bethe and Uexküll, « Vorschläge zu einer objektivierenden Nomenklatur in der Physiologie des Nervensystems » (Propositions pour une nomenclature objectivante en physiologie du système nerveux), *Centralblatt für Physiologie*, 1899, Vol. XIII, n° 6 ; H. E. Hering, « Inwiefern ist es möglich die Physiologie von der Psychologie sprachlich zu trennen ? » (Dans quelle mesure est-il possible de

base d'expériences ingénieuses et intéressantes sur les fourmis et les abeilles, selon lesquelles ces insectes doivent être considérés comme des machines cartésiennes, d'autres observateurs critiques attentifs, tels que E. Wasmann[174], H. von Buttel-Reepen[175], et A. Forel[176] attribuent aux mêmes insectes un haut degré de développement psychique. La psychologie des animaux supérieurs est aussi devenue depuis peu l'objet d'un intérêt général. Les écrits de Theodor Zell, qui s'adressent principalement au grand public, sont pleins d'excellentes observations et d'heureuses intuitions, et semblent frapper avec une grande prudence le juste milieu entre surestimer et sous-estimer les animaux dont elles traitent.

Quiconque a étudié la physiologie, ou même qui peut apprécier les travaux de F. Goltz, sait le rôle très important joué par les réflexes dans la préservation de la vie de tous les organismes animaux, même de l'organisme humain, qui est le plus développé de tous. Qui, encore, a observé la façon frappante dont l'influence exercée sur les réactions biologiques par une mémoire qui enregistre les expériences de l'individu, diminue avec la simplification de l'organisme, il viendra naturellement à chercher si et dans quelle mesure le

---

séparer linguistiquement la physiologie de la psychologie ?), *Deutsche Arbeit*, 1ère année, n° 12.

[174] E. Wasmann, *Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen* (Les capacités psychiques des fourmis), Stuttgart 1899 (Zoologica, n° 26) ; *Vergleichende Studien über das Seelenleben der Ameisen und der höheren Tiere* (Études comparatives de la vie mentale des fourmis et des animaux supérieurs), 2e édition, Fribourg-en-Brisgau, 1900.

[175] H. v. Buttel-Reepen, *Sind die Bienen Reflexmaschinen ?* (Les abeilles sont-elles des machines à réflexes ?), Leipzig, 1900.

[176] A. Forel, « Psychische Fähigkeiten der Ameisen » (Capacités psychiques des fourmis), *Actes du Ve Congrès zoologique international*, Jena, 1902 ; « Expériences et remarques critiques sur les sensations des insectes », *Rivista di Scienze Biologiche*, Como, 1900-1.

comportement des organismes plus simples peut être expliqué uniquement par référence aux réflexes[177]. Il n'est en effet pas probable qu'il existe des organismes animaux entièrement dépourvus de mémoire et doués de réflexes absolument incapables de modifications, puisqu'il n'est guère possible de tracer une ligne nette entre les acquisitions de l'espèce et les acquisitions de l'individu[178]. Pourtant, je considère qu'une telle tentative vaut la peine d'être faite, même si une analyse critique du résultat était encore plus précieuse.

J'espère que nous apprendrons encore beaucoup pour notre propre psychologie, non seulement de nos enfants, mais aussi de « nos jeunes frères » les animaux. Mais pour comprendre pourquoi l'homme est psychiquement bien plus que l'animal le plus intelligent, il suffira de réfléchir aux acquisitions que l'individu et l'espèce ont faites dans l'atmosphère d'une culture sociale s'étendant sur plusieurs milliers d'années.

2.

La représentation par les images et les idées doit donc suppléer aux sensations, là où celles-ci sont imparfaites, et compléter les processus initialement déterminés par les seules sensations. Mais dans la vie normale, la représentation ne peut définitivement pas supplanter la sensation à l'instant présent, sauf à faire courir le plus grand danger à l'organisme. En fait, il y a, dans la vie psychique normale, une différence marquée entre les deux espèces d'éléments psychiques. Je

[177] Mach, *Populär-wissenchaftliche Vorlesungen* (Conférences scientifiques populaires), « Ueber den Einfluss zufälliger Umstände » (À propos de l'influence des circonstances accidentelles), etc., Leipzig, 1903, 3e édition, pp. 294-5 ; Prinzipien der Wärmelehre (principes de la thermodynamique), Leipzig, 1900. Voir le chapitre sur « Sprache und Begriffe » (Langue et termes).

[178] Cf. la quatrième édition de cet ouvrage, p. 153.

vois un tableau noir devant moi. Je puis, avec la plus grande vivacité, me représenter sur ce tableau noir, soit un hexagone tracé en lignes claires et blanches, soit une figure coloriée. Mais, cas pathologiques mis à part, je distingue toujours ce que je vois et ce que je me représente. Dans la transition vers l'imagerie mentale, je suis conscient que mon attention est détournée de mes yeux et dirigée ailleurs. Par suite de cette attention, la tache vue sur le tableau noir et celle qui se représente à moi-même comme située au même endroit diffèrent comme d'une quatrième coordonnée. Ce ne serait pas une description complète des faits que de dire que l'image se superpose à l'objet comme les images réfléchies dans une plaque de verre transparente se superposent aux corps vus à travers elle. Au contraire, ce qui est représenté me semble être complété par un stimulus sensoriel qualitativement différent et opposé, qu'il supplante parfois à son tour. Nous sommes ici, pour l'instant, en présence d'un fait psychologique dont on découvrira sans doute un jour l'explication physiologique.

Il est naturel de supposer que, lorsque des images mentales se produisent, l'interaction des organes du système nerveux provoque la répétition de processus organiques partiellement identiques à ceux qui ont été déterminés par le stimulus physique à l'occasion des sensations correspondantes. Les images se distinguent normalement des sensations par leur moindre intensité, et surtout par leur instabilité. Quand je dessine une figure géométrique en imagination, c'est comme si les lignes s'estompaient immédiatement après qu'elles sont tracées, dès que mon attention se porte sur d'autres lignes : quand on y revient, elles ont disparu et doivent être reproduites à nouveau. C'est la principale raison de l'avantage de commodité que possède un dessin géométrique matériel réel sur un simple dessin imaginaire. Il est assez facile de maintenir fermement devant l'esprit un petit nombre de lignes, par exemple un arc de cercle avec les angles au centre et à la circonférence et une paire de côtés coïncidents ou se coupant ; mais si dans ce cas on procède à l'addition du

diamètre tiré par le sommet de l'angle à la circonférence, il devient tout de suite plus difficile de déduire en imagination les grandeurs relatives des angles, sans continuellement renouveler et compléter la figure. Le pouvoir de remplacer la figure avec aisance et rapidité est cependant énormément augmenté par la pratique. Lorsque j'étudiais la géométrie de Steiner et de Von Staudt, j'étais capable de le faire beaucoup plus que je ne le peux maintenant.

Là où le développement de l'intelligence a atteint un point culminant, tel qu'il se présente actuellement dans les conditions complexes de la vie humaine, les images mentales peuvent souvent absorber toute l'attention, de sorte que les événements dans le voisinage de la personne en train de réfléchir ne sont pas remarqués, et les questions qui lui sont adressées ne sont pas entendues ; un état que les personnes qui n'y sont pas habituées ont l'habitude d'appeler distraction, bien qu'il puisse être plus approprié de l'appeler présence d'esprit. Si la personne en question est troublée dans un tel état, elle a une sensation très nette du travail qu'implique le transfert de son attention.

3.

Il est bon de noter cette division nette entre les images et les sensations, car c'est une excellente sauvegarde contre l'insouciance dans les explications psychologiques des phénomènes sensoriels. La théorie bien connue des « inférences inconscientes » n'aurait jamais atteint son développement étendu actuel si plus d'attention avait été accordée à cette circonstance.

L'organe, dont les états déterminent les images, peut provisoirement être conçu comme un organe qui, à un degré diminué, est capable de toutes les énergies spécifiques des organes sensoriels et moteurs, de sorte que l'énergie spécifique, tantôt de l'un ou l'autre organe sensoriel, peut jouer dessus, selon la nature et la direction de son attention sur le moment. Un tel organe est éminemment qualifié pour

établir des relations physiologiques entre les différentes énergies. Comme le montrent des expériences avec des animaux dont le cerveau a été enlevé, il y a probablement, en plus de l'organe de représentation, un certain nombre d'autres organes de médiation analogues, qui sont moins intimement liés au cerveau, et dont les processus par conséquent n'apparaissent pas dans la conscience.

Cette richesse de la vie représentative que nous connaissons personnellement par l'observation de soi, a sans doute fait sa première apparition chez l'homme. Mais les débuts de cette expression de la vie, où ne se manifestent que les rapports des diverses parties de l'organisme entre elles, remontent avec non moins de certitude à des stades tout à fait primitifs de l'échelle animale. Mais les parties d'organes simples doivent aussi, en vertu de leur tension réciproque, se tenir les unes aux autres dans une relation analogue à celle dans laquelle les parties de l'organisme dans son ensemble se tiennent les unes aux autres. Les deux rétines, avec leur mécanisme moteur d'accommodation et d'ajustement lumineux, dépendant des sensations lumineuses, offrent un exemple très clair et familier d'une telle relation. L'expérience physiologique et la simple auto-observation nous enseignent qu'un tel organe a ses propres habitudes de finalité, sa propre mémoire particulière, on pourrait presque dire sa propre intelligence.

4.

Les observations les plus instructives à cet égard sont probablement celles de Johannes Müller, recueillies dans son admirable ouvrage sur « Les fantasmes de la vue » (*Ueber die phantastischen Gesichtserscheinungen* (À propos des visions fantastiques), Coblence, 1826). Les fantasmes visuels observés par Müller et d'autres à l'état de veille sont entièrement soustraits à l'influence soit de la volonté, soit de la raison. Ce sont des phénomènes indépendants, essentiellement liés aux organes des sens, et caractérisés par

une totale objectivité visuelle. Ce sont de véritables phénomènes d'imagination et de mémoire du sens. Müller considère que la libre existence individuelle des hallucinations fait partie de la vie de l'organisme, et qu'elle ne peut être soumise aux lois dites d'association, auxquelles il indique qu'il ne croit pas. Il me semble que l'altération continue des fantasmes, telle qu'il la décrit, n'est pas une preuve contre les lois de l'association. Ces processus peuvent, au contraire, être conçus comme des souvenirs de lents changements de perspective dans les images visuelles. L'élément de caractère décousu dans la connexion commune d'un train de représentations par voie d'association n'intervient que lorsque, tantôt l'un ou l'autre, domaine de la sensation, commence à être impliqué (voir chapitre 11).

Les processus qui (selon Müller) sont normalement induits dans la « substance visuelle » par des excitations de la rétine, et qui conditionnent l'acte de voir, peuvent aussi, dans des conditions exceptionnelles, se produire spontanément dans la substance visuelle sans excitation de la rétine, et deviennent ainsi la source de fantasmes ou d'hallucinations. On parle de *mémoire sensorielle* lorsque les fantasmes ont un caractère étroitement lié aux objets vus auparavant, d'*hallucinations* lorsque les fantasmes surgissent plus librement et indépendamment. Mais aucune distinction nette entre les deux cas ne peut être maintenue.

Je connais toutes sortes de fantasmes visuels par ma propre expérience. Le mélange des fantasmes avec des objets indistinctement vus, ces derniers étant en partie supplantés, est probablement le cas le plus courant. Dans mon cas, ces phénomènes sont particulièrement vifs après une nuit fatigante de voyage en train. Les rochers et les arbres prennent alors les formes les plus fantastiques. Il y a des années, alors que j'étais absorbé par l'étude des tracés du pouls et de la sphygmographie, les fines courbes blanches sur fond sombre apparaissaient souvent devant mes yeux, le soir ou dans la pénombre du jour, avec un semblant de réalité et d'objectivité. Plus tard aussi, au cours de travaux divers en

physique, j'ai été témoin de phénomènes analogues de « mémoire sensorielle ». Plus rarement, des images de choses que je n'avais jamais vues auparavant, sont apparues devant mes yeux dans la journée. Ainsi, il y a des années, plusieurs jours de suite, un filet capillaire rouge vif (semblable à un soi-disant filet enchanté) brillait sur le livre dans lequel je lisais, ou sur mon papier à écrire, bien que je ne me fusse jamais occupé de formulaires de ce genre. La vue de motifs de tapis aux couleurs vives et changeantes avant de m'endormir m'était très familière dans ma jeunesse ; le phénomène fera encore son apparition si je fixe mon attention dessus. Un de mes enfants, de même, me disait souvent qu'il « voyait des fleurs » avant de s'endormir. Moins souvent, je vois le soir, avant de m'endormir, diverses figures humaines, qui se modifient sans l'action de ma volonté. Une seule fois, j'ai tenté avec succès de transformer un visage humain en un crâne sans chair ; ce cas isolé peut cependant être un accident. Il m'est souvent arrivé qu'au réveil dans une chambre obscure, les images de mes derniers rêves restaient présentes dans des couleurs vives et dans une lumière abondante.

Un phénomène particulier, qui depuis quelques années s'est fréquemment produit chez moi, est le suivant. Je me réveille et reste immobile, les yeux fermés. Je vois devant moi le couvre-lit avec tous ses petits plis, et dessus, immobiles et immuables, mes mains dans tous leurs détails. Si j'ouvre les yeux, soit il fait tout à fait sombre, soit il fait clair, mais le couvre-lit et mes mains sont tout à fait différents de la manière dont ils m'apparaissent. C'est chez moi un fantasme remarquablement fixe et persistant, tel que je n'en ai pas observé dans d'autres conditions. En ce qui concerne cette image, je crois remarquer que toutes ses parties, même celles qui sont largement séparées, apparaissent avec une égale netteté d'une manière qui, pour des raisons évidentes, est impossible pour tout ce qui est vu objectivement.

Quand j'étais jeune, j'avais fréquemment des hallucinations acoustiques très vives, et surtout musicales,

au réveil ; elles sont cependant devenues extrêmement rares et faibles depuis que mon intérêt pour la musique a diminué. Mais peut-être l'intérêt pour la musique est lui-même un effet secondaire plutôt qu'une cause.

Quand on soustrait la rétine à l'influence des excitations extérieures et qu'on tourne l'attention sur le seul champ visuel, il y a presque toujours des traces de fantasmes. En effet, ils apparaissent lorsque les excitations extérieures ne sont que faibles et indistinctes, dans une pénombre, ou lorsqu'on regarde une surface couverte de taches obscures et floues, comme un nuage ou un mur gris. Les figures que nous semblons voir alors, pourvu qu'elles ne soient pas produites par un acte direct d'attention dans la sélection et la combinaison de taches distinctement vues, ne sont certainement pas des produits de la représentation, mais constituent, au moins en partie, des fantasmes spontanés qui, pour le moment et à certains moments, prennent le pas sur l'excitation rétinienne. Dans ces cas, l'attente semble être favorable à l'apparition des fantasmes.

Lorsque j'ai cherché des bandes d'interférences, j'ai très souvent pensé en déceler nettement les premières traces sourdes dans le champ visuel, jusqu'à ce que le progrès de l'expérience m'ait convaincu que je m'étais certainement trompé. Maintes et maintes fois, dans la pénombre, j'ai cru voir distinctement un jet d'eau que je m'attendais à voir sortir d'un tube de caoutchouc, et j'ai dû toucher du doigt pour me convaincre de mon erreur. De tels fantasmes faibles semblent en règle générale céder facilement à l'influence de l'intellect, tandis que l'intellect est incapable de ne produire aucun effet sur des fantasmes forts aux couleurs vives. Les premiers s'apparentent davantage à des représentations, les seconds à des sensations.

Ces fantasmes faibles, parfois dominés par les sensations, sont parfois en équilibre avec elles, et parfois les remplacent, ce qui suggère la possibilité de comparer la force des fantasmes à la force des sensations. Scripture a réalisé cette idée. Il prend un observateur qui croit voir une croix colorée,

qui est réellement inexistante, et fait alors apparaître dans son champ de vision une ligne réelle d'intensité qui s'accroît de zéro vers le haut et tracée dans une direction qui n'est pas connue à l'avance, jusqu'à ce que la ligne soit remarquée et qu'on lui donne la même valeur que le fantasme[179]. De cette manière, toutes les étapes de la transition entre la sensation et la représentation peuvent être obtenues. À aucun moment nous ne rencontrons un élément psychique absolument incapable d'être comparé à la sensation, qu'il nous faut sans doute considérer aussi comme un objet physique. La manière dont les représentations sont liées par association est cependant très différente de la manière dont les sensations sont liées.

5.

Léonard de Vinci traite du mélange des fantasmes avec les objets vus (voir p. 76 ci-dessus) dans les termes suivants : « Je n'omettrai pas de faire une place parmi ces directions à une sorte d'observation nouvellement découverte, qui peut, en effet, faire une petite apparition et qui est presque risible, mais qui est, néanmoins, très utile pour éveiller l'esprit à diverses découvertes. Elle consiste en ceci que tu dois regarder divers murs qui sont couverts de toutes sortes de taches ou de pierres de composition différente. Si tu as quelque capacité de découverte, tu peux y voir des choses qui ressemblent à divers paysages ornés avec des montagnes, des rivières, des falaises, des arbres, de grandes plaines, des collines et des vallées de toutes sortes. Tu peux aussi voir toutes sortes de batailles, des positions réalistes de personnages étranges et inconnus, des expressions de visage, des costumes et d'innombrables choses que tu peux mettre en bonne et parfaite forme. L'expérience des murs et des pierres de ce genre est semblable à celle du son des cloches,

[179] Scripture, *The New Psychology*, Londres, 1897, p. 484.

dans les coups duquel tu retrouveras tous les noms et tous les mots que tu pourras imaginer.

« Ne méprise pas mon opinion quand je te conseille parfois de ne pas laisser te paraître pénible de t'arrêter et de regarder les taches sur les murs, ou les cendres dans le feu, ou les nuages, ou la boue, ou d'autres endroits semblables ; tu y feras de très merveilleuses découvertes, si tu les observes correctement, car l'esprit du peintre est stimulé par elles à de nombreuses découvertes nouvelles, que ce soit dans la composition de batailles, d'animaux et d'êtres humains, ou dans diverses compositions de paysages, et des choses monstrueuses, comme les démons et autres, qui sont calculées pour t'apporter l'honneur. Car par des choses confuses et indéfinies, l'esprit est éveillé à de nouvelles découvertes. Mais prends garde, premièrement, que tu saches comment bien façonner tous les membres des choses que tu veux représenter, par exemple, les membres des êtres vivants, ainsi que les parties d'un paysage, à savoir les pierres, les arbres, etc. »

Toute apparition marquée et indépendante de fantasmes sans excitation de la rétine, – rêves et état de demi-veille exceptés, – doit, en raison de leur absence de but biologique, être considérée comme pathologique. De la même manière, nous sommes contraints de considérer comme pathologique toute dépendance anormale des fantasmes à l'égard de la volonté.

Tels sont très vraisemblablement les états qui surviennent chez les aliénés qui se considèrent comme très puissants, comme Dieu, etc. Mais les délires du mégalomane peuvent également être produits par la simple absence d'associations inhibitrices ; par exemple, on peut croire dans un rêve qu'on a résolu les problèmes les plus énormes, parce que les associations qui révèlent la contradiction n'ont pas lieu.

6.

Après ces remarques introductives, nous pouvons maintenant passer à l'examen de quelques phénomènes physiologico-optiques, dont l'explication complète, il est vrai, est encore lointaine, mais qui se comprennent mieux comme les expressions d'une vie indépendante de la part des organes sensoriels.

Nous voyons habituellement avec les deux yeux, et conformément à des besoins précis de la vie, non des couleurs et des formes, mais des corps dans l'espace. Ce ne sont pas les éléments du complexe, mais l'ensemble du complexe physiologico-optique qui importe. Ce complexe, l'œil cherche à le remplir et à le compléter, selon les habitudes acquises (ou héritées) dans son environnement, chaque fois que, par suite de circonstances particulières, l'apparence du complexe est incomplète. Cela se produit le plus souvent dans la vision monoculaire, mais est également possible dans l'observation binoculaire d'objets très éloignés où les différences stéréoscopiques résultant de la distance des yeux les uns des autres disparaissent.

Nous percevons généralement, non pas la lumière et l'ombre, mais les objets dans l'espace. L'ombrage des corps est à peine remarqué. Les différences de luminosité produisent des différences dans la sensation de profondeur, et contribuent à produire le modelé des corps lorsque les différences stéréoscopiques sont insuffisantes pour ce but, – une condition qui est très perceptible dans l'observation des montagnes lointaines.

Très instructive, de ce point de vue, est l'image sur le plateau terne de l'appareil photographique. On est souvent étonné de l'éclat des lumières et de la profondeur des ombres, qu'on ne remarquait pas dans les corps eux-mêmes tant qu'on n'était pas obligé de tout voir dans un seul plan. Je me souviens très bien que, dans mon enfance, toute ombre d'un dessin me paraissait une défiguration injustifiable, et qu'un dessin au contour me satisfaisait beaucoup mieux. Il est

également bien connu que des peuples entiers, par exemple les Chinois, malgré une technique artistique bien développée, n'ombragent pas du tout, ou seulement d'une manière défectueuse.

L'expérience suivante, que j'ai faite il y a plusieurs années[180], illustre très clairement la relation en question entre la sensation de lumière et la sensation de profondeur. Nous plaçons une carte de visite pliée en travers devant nous sur le pupitre (Fig. 24), de manière à ce que son bord plié *b e* soit vers nous.

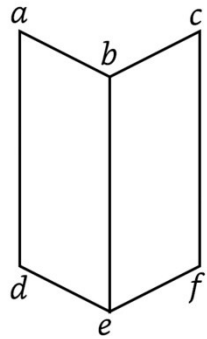


Fig. 24.

Laissons la lumière tomber de la gauche. La moitié *a b d e* est alors beaucoup plus claire, la moitié *b c e f* beaucoup plus sombre, un fait pourtant à peine perçu lors une observation impartiale. Fermons à présent un œil. Là-dessus, une partie des sensations spatiales disparaît. Nous voyons toujours la carte pliée dans l'espace et rien de perceptible dans l'éclairage. Mais dès qu'on réussit à voir le bord plié enfoncé au lieu d'être en sailli, la lumière et l'ombre se détachent comme peintes dessus. Je passe pour l'instant sur le

[180] « Ueber die physikalische Wirkung räumlich verteilter Lichtreize » (À propos de l'effet physique des stimuli lumineux distribués dans l'espace), *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, Vol. LIV, octobre 1866.

renversement de perspective de la carte, qui s'explique facilement. Une telle « inversion » est possible, car la profondeur n'est pas déterminée par une image monoculaire. Si à la Fig. 25, *1 O* représente l'œil, *a b c* une section d'une carte pliée, et la flèche la direction de la lumière, *a b* paraîtra plus clair que *b c*. Pareillement dans *2*, *a b* paraîtra plus clair que *b c*. Il est évident que l'œil doit acquérir l'habitude de faire varier la diminution de la sensation de profondeur en même temps que le changement d'éclat des éléments de surface qu'il perçoit. La chute et la profondeur diminuent, avec un éclairement décroissant, vers la droite, quand la lumière tombe de la gauche (*1*) ; le contraire, quand elle tombe de la droite.

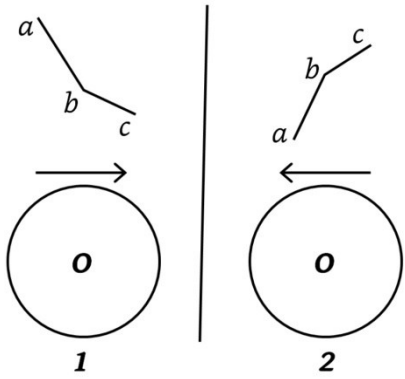


Fig. 25.

Puisque les enveloppes du globe oculaire dans lesquelles la rétine est intégrée sont translucides, il n'est pas indifférent pour la distribution de la lumière sur les rétines que la lumière tombe de droite ou de gauche. En conséquence, les choses sont ainsi que, sans aucune aide du jugement, une habitude fixe de l'œil se développe, au moyen de laquelle l'illumination et la profondeur sont liées d'une manière définie. Si maintenant, en vertu d'une autre habitude, il est possible de mettre une partie de la rétine en conflit avec la

première habitude, comme dans l'expérience ci-dessus, l'effet se manifeste par des sensations remarquables. Certaines expériences de Fechner ont montré combien peut devenir important l'effet de la lumière qui pénètre à travers les enveloppes du globe oculaire[181]. Une observation dans cette veine est la suivante. Sous ma table à écrire se trouve un tapis gris-vert dont je vois un petit morceau en écrivant. Maintenant, lorsqu'une double image de ce morceau apparaît, accidentellement ou intentionnellement, lorsque la lumière du soleil ou la lumière du jour vient de la gauche, l'image appartenant à l'œil gauche, ou plus fortement éclairé, est d'un vert vif par contraste, tandis que l'image sur le côté droit est assez terne. Il serait intéressant d'étudier la variation d'intensité et de couleur de l'éclairement du globe oculaire dans le cas de ces images et dans des expériences d'inversion.

Les remarques qui précèdent n'ont pour but que de préciser les caractéristiques du phénomène considéré et d'indiquer la direction d'une explication physiologique (hors spéculation psychologique) qui doit être recherchée.

Remarquons encore qu'en ce qui concerne les qualités interchangeables de la sensation, un principe semblable à celui de la conservation de l'énergie semble s'appliquer. Les différences de luminosité se transforment en partie en différences de profondeur et s'affaiblissent elles-mêmes durant le processus. D'autre part, au détriment des différences de profondeur, les différences de luminosité peuvent être augmentées. Une observation analogue sera faite plus loin à un autre propos.

7.

L'habitude d'observer les corps en tant que tels, c'est-à-dire de prêter attention à une masse importante et spatialement

[181] Fechner, « Ueber den seitlichen Fenster und Kerzenversuch » (À propos de l'expérience de la fenêtre latérale et de la bougie), *Berichte der Leipziger Gesellschaft der Wissenschaften*, 1860.

cohérente de sensations lumineuses, est la cause de phénomènes particuliers et souvent surprenants. Une peinture ou un dessin bicolore, par exemple, apparaît en général assez différent selon que l'on prenne l'une ou l'autre couleur comme arrière-plan. Les images puzzle, dans lesquelles, par exemple, une apparition fait son apparition entre les troncs d'arbres dès que les arbres sombres sont pris comme arrière-plan, et le ciel clair comme objet, sont bien connues.

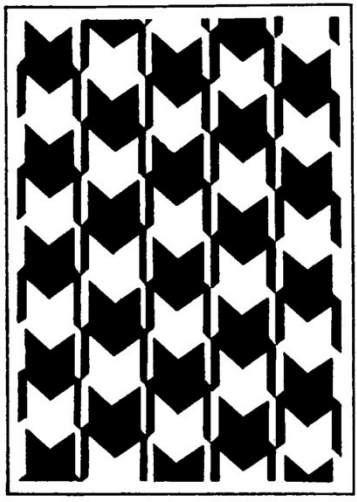


Fig. 26.

Ce n'est que dans des cas exceptionnels que le fond et l'objet possèdent la même forme, – une configuration fréquemment utilisée dans les dessins ornementaux, comme on peut le voir sur la Fig. 26, tirée de la p. 15 de la *Grammar of Ornament* (Grammaire de l'ornement) mentionnée ci-dessus, également dans les Figs. 20 et 22 de la planche 45, et dans la Fig. 13 de la planche 43 de cet ouvrage.

8.

Les phénomènes de vision spatiale qui accompagnent l'observation monoculaire d'un dessin en perspective, ou, ce

qui revient au même, l'observation monoculaire d'un objet, sont généralement très légèrement passés sous silence, comme allant de soi. Mais je suis d'avis qu'il y a encore beaucoup à étudier dans ces phénomènes. Une même image en perspective peut représenter un nombre illimité d'objets différents, et par conséquent la sensation d'espace ne peut être qu'en partie déterminée par un tel dessin. Si, par conséquent, malgré les nombreux organismes concevables comme appartenant à la figure, seuls quelques-uns sont réellement vus avec le plein caractère d'objectivité, il doit exister une bonne raison physiologique à ce fait. Elle ne peut provenir de l'invocation de considérations auxiliaires dans la pensée ni de l'éveil de souvenirs conscients sous quelque forme que ce soit, mais doit dépendre de certaines habitudes de vie organiques du sens visuel. Si le sens visuel agit conformément aux habitudes qu'il a acquises dans les conditions de vie de l'espèce et de l'individu, on peut d'abord supposer qu'il procède d'après le principe de probabilité ; c'est-à-dire que les fonctions qui ont été le plus souvent excitées ensemble auparavant tendront ensuite à apparaître ensemble lorsqu'une seule est excitée. Par exemple, les sensations particulières de profondeur qui, dans le passé, ont été le plus souvent associées à une figure en perspective donnée, seront facilement reproduites à nouveau lorsque cette figure fera son apparition, bien qu'elles ne soient pas nécessairement co-déterminées par elle. De plus, un principe d'économie paraît se manifester dans l'observation des dessins en perspective ; c'est-à-dire que le sens visuel ne se charge jamais de lui-même d'un effort plus grand que ne l'exige le stimulus. Les deux principes coïncident dans leurs effets, comme nous le verrons tout à l'heure.

9.

Ce qui suit peut servir d'illustration détaillée de ce qui précède. Lorsque nous regardons une ligne droite dans un dessin en perspective, nous la voyons toujours comme une

ligne droite dans l'espace, bien que la ligne droite, en tant que dessin en perspective, puisse correspondre à un nombre illimité de plans différents courbes, en tant qu'objets. Mais ce n'est que dans le cas particulier où le plan d'une courbe passe par le centre d'un œil qu'il se reproduira sur la rétine en question comme une droite (ou comme un grand cercle), et seulement dans le cas encore plus particulier où le plan de la courbe passe par les centres des deux yeux, il sera reproduit comme une ligne droite pour les deux yeux. Il est donc extrêmement improbable qu'une courbe plane n'apparaisse jamais comme une ligne droite, tandis qu'au contraire une ligne droite dans l'espace se reproduit toujours sur les deux rétines comme une ligne droite. L'objet le plus probable, répondant donc à une ligne droite en perspective, est une ligne droite dans l'espace.

La droite possède diverses propriétés géométriques. Mais ces propriétés géométriques, par exemple la caractéristique familière d'être la distance la plus courte entre deux points, n'ont pas d'importance physiologique. Il est bien plus important que des droites situées dans le plan médian ou perpendiculaires à celui-ci soient physiologiquement symétriques à elles-mêmes. Une verticale située dans le plan médian se distingue également physiologiquement par sa parfaite uniformité de sensation de profondeur et par sa coïncidence avec la direction de la gravité.

Toutes les droites verticales peuvent être facilement et rapidement amenées à coïncider avec le plan médian et participer par conséquent à cet avantage physiologique. Mais la ligne droite spatiale en général doit être physiologiquement distinguée par quelque autre marque. Sa même direction dans tous ses éléments a déjà été signalée. En plus de cela, cependant, il faut noter que chaque point d'une ligne droite dans l'espace marque la moyenne des sensations de profondeur des points voisins. Ainsi la ligne droite dans l'espace donne un minimum d'écart par rapport à la moyenne des sensations de profondeur, de même que chaque point de la droite donne la moyenne des valeurs d'espace semblables

des points adjacents ; et l'hypothèse se présente immédiatement que la ligne droite est vue avec le moindre effort. Le sens visuel agit donc conformément au principe d'économie, et en même temps conformément au principe de probabilité, lorsqu'il manifeste une préférence pour les lignes droites.

Dès 1866, j'écrivais, dans les *Proceedings of the Vienna Academy*, Vol. 54 : « Puisque les lignes droites entourent partout les êtres humains civilisés, nous pouvons, je pense, supposer que chaque ligne droite qui peut éventuellement être produite sur la rétine a été vue un nombre incalculable de fois, de toutes les manières possibles, spatialement comme une ligne droite. L'efficacité de l'œil dans l'interprétation des lignes droites ne doit donc pas nous étonner. » Même si j'ai pu écrire ce passage (en m'opposant à la vision darwinienne, que j'ai soutenue dans le même article) sans enthousiasme. Aujourd'hui, je suis plus que jamais convaincu que l'efficacité dont il est question n'est pas le résultat d'une pratique individuelle, ni même d'une pratique humaine du tout, mais qu'elle est aussi caractéristique des animaux, et est, au moins en partie, une question d'hérédité.

10.

L'écart d'une sensation par rapport à la moyenne des sensations adjacentes est toujours perceptible et exige un effort spécial de la part de l'organe des sens. Chaque nouveau virage d'une courbe, chaque projection ou dépression d'une surface, implique une déviation d'une certaine sensation d'espace par rapport à la moyenne du champ environnant sur lequel l'attention est dirigée. Le plan se distingue physiologiquement par le fait que cet écart à la moyenne est un minimum, soit pour chaque point en particulier = 0. En regardant à travers un stéréoscope une surface tachetée dont les images séparées n'ont pas encore été combinées en une image binoculaire, nous éprouvons une impression particulièrement agréable lorsque l'ensemble est

soudainement aplati dans un plan. Les impressions esthétiques produites par le cercle et la sphère semblent avoir leur source principalement dans le fait que l'écart à la moyenne mentionné ci-dessus est le même pour tous les points.

11.

Que l'écart par rapport à la moyenne de l'environnement joue un rôle dans la sensation lumineuse, je l'ai souligné il y a de nombreuses années[182]. Si une rangée de secteurs en noir et blanc, tels qu'illustrés à la Fig. 27, sont peints sur une bande de papier *A A B B*, et qui est ensuite enroulée autour d'un cylindre dont l'axe est parallèle à *A B*, il se produira, avec la rotation rapide du cylindre, un champ gris à éclairement croissant de *B* à *A*, dans lequel cependant une raie plus claire *α α* et une raie plus foncée *β β* font leur apparition. Les points qui correspondent aux échancrures *α* ne sont pas physiquement plus brillants que les parties voisines, mais leur intensité lumineuse dépasse l'intensité moyenne des parties immédiatement adjacentes, tandis que, par contre, l'intensité lumineuse à *β* est inférieure à l'intensité moyenne des parties adjacentes[183]. Cet écart par rapport à la moyenne

[182] « Ueber die Wirkung der räumlichen Vertheilung des Lichtreizes auf die Netzhaut » (Sur l'effet de la distribution spatiale du stimulus lumineux sur la rétine), *Sitzungsberichte der Wiener Akademie* (1865), Vol. LII. Suite de la même recherche : *Sitzber*. (1866), vol. LIV ; *Sitzber*. (1868), vol. LVII ; *Vierteljahrsschrift für Psychiatrie*, Neuwied-Leipzig, 1868 (« Ueber die Abhängigkeit der Netzhautstellen von einander » – De l'interdépendance des aires rétiniennes les unes des autres).

[183] Une remarque concernant les analogies entre la sensation lumineuse et la fonction potentielle se trouvera dans ma note « Ueber Herrn Guébhards Darstellung der Aequipotentialkurven » (A propos de la représentation par M. Guébhard des courbes équipotentielles), *Wiedemann's Annalen*, 1882, Vol. XVII, p. 864 ; et voir mon *Prinzipien der Wärmelehre*, 2e édition, 1900, p. 118.

se fait donc sentir distinctement et, par conséquent, impose une charge spéciale à l'organe de la vue. D'autre part, un changement continu de luminosité est à peine remarqué, tant que la luminosité de chaque point particulier correspond à la moyenne des points adjacents. Il y a longtemps que j'ai attiré l'attention sur la portée téléologique importante de ce fait sur la saillance et la délimitation des objets (*Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, octobre 1865 et janvier 1868). Les petites différences sont atténuées par la rétine et les plus grandes les différences ressortent avec une netteté disproportionnée. La rétine schématise et caricature. À une époque encore plus ancienne, le rôle important que jouent les contours dans la vision avait été remarqué par Panum.

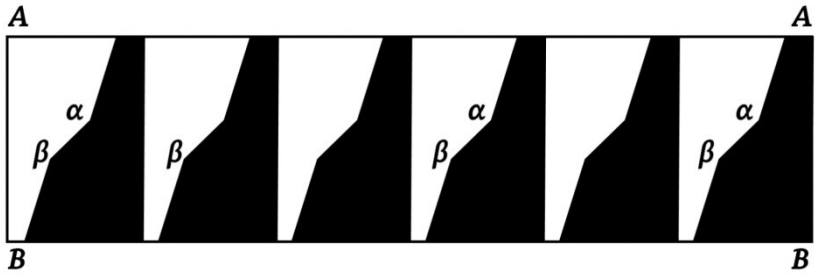


Fig. 27.

Une série d'expériences très diverses, dont celle représentée à la Fig. 27 est l'une des plus simples, m'a conduit à la conclusion que l'éclairage d'une position sur la rétine se fait sentir en proportion de son écart par rapport à la moyenne des illuminations des positions adjacentes. La valeur des positions rétiniennes dans la détermination de cette moyenne doit être conçue comme décroissant rapidement avec leur éloignement de la position considérée, ce qui bien entendu ne peut s'expliquer que comme dépendant d'une action réciproque organique des éléments rétiniens les uns sur les autres. Soit $i = f(x, y)$ l'intensité d'éclairement de la rétine par rapport à un système de

coordonnées $(X\,Y)$; alors la valeur moyenne déterminant l'intensité pour une position donnée peut être représentée symboliquement comme approximativement

$$i + \frac{m}{2}\left(\frac{d^2 i}{dx^2} + \frac{d^2 i}{dy^2}\right)$$

où m est constant, et les rayons de toutes les courbes de la surface $f(x, y)$ sont pris aussi grands en proportion de la distance à laquelle les positions rétiniennes sont encore perceptiblement influencées. Maintenant selon que $\left(\frac{d^2 i}{dx^2} + \frac{d^2 i}{dy^2}\right)$ est positif ou négatif, la position sur la rétine éprouve respectivement une sensation plus sombre ou plus lumineuse qu'elle ne le fait sous un éclairage égal des positions adjacentes avec l'intensité correspondant à elle-même. Si la surface $f(x, y)$ a des arêtes et des indentations, $\left(\frac{d^2 i}{dx^2} + \frac{d^2 i}{dy^2}\right)$ devient infini, et la formule est inutile. Dans ce cas, cependant, une augmentation marquée de l'obscurité ou de la luminosité correspond à l'indentation, mais bien sûr pas une augmentation ou une diminution infinie. L'augmentation ou la diminution, encore une fois, ne sont pas définies par une ligne dure et rapide, mais s'estompent progressivement, comme on devrait s'y attendre du principe de l'écart à la moyenne. Car la rétine est constituée, non de points sensitifs, mais d'un nombre infini[184] d'éléments sensitifs d'extension finie. En ce qui concerne la loi de l'action réciproque de ces éléments, nous ne la connaissons pas encore assez exactement pour nous permettre de déterminer précisément les phénomènes de ce cas particulier.

Il est facile de se tromper en jugeant de la distribution objective de la lumière d'après l'impression subjective, et par

[184] De nos jours, on sait que la rétine comporte environ 5 millions de cônes (vision diurne et colorée) et 120 millions de bâtonnets (vision crépusculaire et nocturne en noir et blanc). Wikipédia : *https://bit.ly/3Mkduld* (NDT).

conséquent la connaissance de la loi de contraste mentionnée ci-dessus est importante même pour des recherches purement physiques. Ainsi Grimaldi fut trompé par un phénomène de ce genre. Nous rencontrons le même phénomène dans l'étude des ombres et de l'absorption spectrale, et dans d'innombrables autres cas. Des circonstances particulières ont empêché la diffusion de mes articles sur ce sujet, et les faits pertinents ont été découverts pour la deuxième fois trente ans plus tard[185].

Il peut sembler surprenant qu'en plus de i, les seconds quotients différentiels de i, mais pas les premiers $\frac{di}{dx}, \frac{di}{dy}$, semblent influencer la sensation de luminosité. On remarque à peine une élévation régulière et continue de l'intensité d'éclairement d'une surface, – par exemple dans la direction x, – et il faut des appareils spéciaux pour se convaincre qu'il y a élévation. Par contre, ces premiers quotients différentiels exercent une influence sur le modelage, sur la qualité plastique, de la surface vue. Appelons la direction horizontale x, et la distance en profondeur d'un point sur la surface éclairée surface τ ; alors $\frac{di}{dx}$ et $\frac{d^2\tau}{dx^2}$ sont parallèles. Cette

[185] H. Seeliger, « Die scheinbare Vergrösserung des Erdschattens bei Mondfinsternissen (L'élargissement apparent de l'ombre de la Terre lors des éclipses lunaires), *Abhandlungen der Münchener Akademie*, 1896 ; H. Haga et C. H. Wind, « Beugung der Röntgenstrahlen » (Diffraction des rayons X), *Annalen* de Wiedemann, vol. LXVIII, 1899, p. 866 ; C. H. Wind, « Zur Demonstration einer von E. Mach entdeckten optischen Täuschung » (De la démonstration d'une illusion d'optique découverte par E. Mach), *Physikalische Zeitschrift* de Riecke et Simon, I, N° 10. A. von Obermayer (« Ueber die Säume um die Bilder dunkler Gegenstände auf hellem Hintergrunde » (À propos des franges autour des images d'objets sombres sur fond clair), *Jahrbüch der Photographie* de Eder, 1900) a publié un certain nombre de faits nouveaux qui peuvent être expliqués par la loi du contraste énoncée dans le texte. Mais, de mes quatre papiers, il ne connaît que le premier, et par conséquent énonce la loi dans sa première forme défectueuse.

expression, ce qui bien entendu n'est à comprendre que symboliquement, signifie que l'on a la représentation d'une surface cylindrique de génératrice verticale et de directrice horizontale plane $\tau = F(x)$, dont les seconds quotients différentiels $\frac{d^2\tau}{dx^2}$ (courbures) sont parallèles aux premiers quotients différentiels, – les montées en intensité de l'éclairement. Le tracé de la courbe est déterminé par les circonstances accessoires indiquées p. 219.

12.

En ce qui concerne les sensations de profondeur excitées par une image monoculaire, les expériences suivantes sont instructives. La Fig. 28 est un quadrilatère plan avec ses deux diagonales. Si nous le considérons monoculairement, il est plus facilement vu, selon les lois de la probabilité et de l'économie, comme un plan.

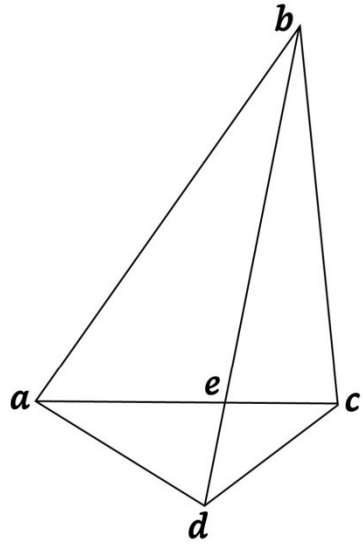


Fig. 28.

Dans la grande majorité des cas, les objets qui ne sont pas plans, obligent l'œil à la vision en profondeur. Là où cette contrainte fait défaut, l'objet plan est le plus probable et en même temps le plus commode pour l'organe de la vue.

Le même dessin peut aussi être vu monoculairement comme un tétraèdre dont l'arête *b d* est devant *a c*, ou comme un tétraèdre dont l'arête *b d* est derrière *a c*. L'influence de l'imagination et de la volonté sur le processus visuel est extrêmement limitée ; elle se limite à diriger l'attention et à choisir la disposition appropriée de l'organe de la vue pour l'un des nombreux cas donnés par l'habitude, dont cependant chacun, lorsqu'il est choisi, prend place avec une certitude et précision toute mécanique. En regardant le point *e*, on peut, en effet, produire à volonté l'un ou l'autre des deux tétraèdres optiquement possibles, selon qu'on se représente *b d* comme plus proche ou plus éloigné que *a c*. L'organe de la vue s'exerce dans la représentation de ces deux cas, puisqu'il arrive souvent qu'un corps soit en partie recouvert par un autre.

Loeb[186] pense que le fait de rapprocher la Fig. 31 des yeux donne lieu à une adaptation à courte distance, et par là aussi à voir le bord fixe *b e* saillant. Je n'ai pas été en mesure d'obtenir moi-même un tel résultat précis, et je ne peux pas non plus trouver de base théorique suffisante pour cela[187], bien que j'admette volontiers que des changements dans la distance de la figure conduisent facilement à des changements dans notre vision de celle-ci.

---

[186] Loeb, « Ueber optische Inversion » (À propos de l'inversion optique), *Archiv* de Pflüger, Vol. XL, 1887, p. 247.

[187] Hillebrand (« Verhältnis von Akkommodation und Konvergenz zur Tiefenlokalisation » (Relation entre l'accommodation et la convergence avec la localisation de la profondeur), *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, Vol. VII, p, 97) a prouvé la faible importance que l'accommodation a pour la vision de la profondeur.

La même figure peut, enfin, être vue comme une pyramide à quatre côtés, si l'on imagine le point d'intersection *e* ostensiblement situé en avant ou en arrière du plan *a b c d*. C'est difficile à faire, si *b e d* et *a e c* sont deux lignes parfaitement droites, car cela contredit l'habitude de l'organe de la vue de voir, sans contrainte, une ligne droite courbée ; l'effort ne réussit que parce que le point *e* possède une position remarquable. Mais s'il y a une légère indentation en *e*, la tentative ne présente aucune difficulté.

L'effet d'un dessin en perspective linéaire est ressenti aussi infailliblement par celui qui ignore la perspective que par celui qui connaît parfaitement la théorie, à condition qu'il soit capable de ne pas tenir compte du plan du dessin, – une condition facilement remplie dans l'observation monoculaire. La réflexion, et même le souvenir des objets vus, n'ont, selon ma croyance, que peu ou rien à voir avec l'effet en question. La raison pour laquelle les lignes droites d'un dessin sont considérées comme des lignes droites spatiales a déjà été soulignée.

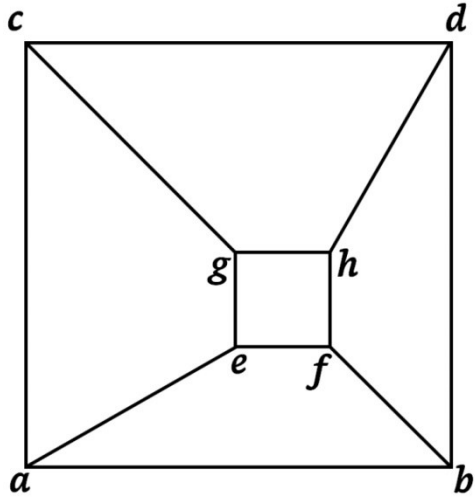


Fig. 29.

Là où des lignes droites semblent converger vers un point du plan du dessin, les extrémités convergentes ou approchantes sont transférées, selon les principes de probabilité et d'économie, à une profondeur semblable ou presque semblable. Cela nous donne l'effet de points de fuite.

Il est possible de voir ces lignes comme parallèles, mais il n'y a aucune nécessité pour une telle impression. Si nous tenons le dessin, Fig. 29, au niveau de l'œil, il peut nous représenter un coup d'œil dans un couloir. Les extrémités *g h e f* sont transférées à des distances similaires. Si la distance est grande, les lignes *a e*, *b f*, *c g*, *d h* apparaissent horizontales. Si nous mettons en saillance le dessin, les extrémités s'élèvent, et le sol au-dessous semble avoir une pente ascendante. En baissant le dessin, le phénomène inverse se présente ; et des changements analogues peuvent être observés en déplaçant le dessin vers la droite ou vers la gauche. Dans ces faits, les éléments d'effet de perspective trouvent une expression simple et claire.

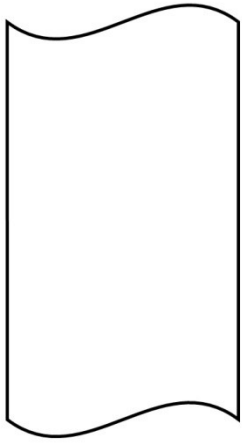


Fig. 30.

Les dessins plans, à condition qu'ils soient entièrement constitués de lignes droites, se coupant partout à angle droit, apparaissent presque toujours à plat. Si des intersections

obliques et des lignes courbes apparaissent, les lignes sortent facilement du plan ; comme le montre, par exemple, la Fig. 30, qui peut, sans difficulté, être conçue comme une feuille de papier courbée.

Lorsque les contours, tels qu'ils sont représentés sur la Fig. 30, sont supposés avoir une forme spatiale définie, et sont vus comme la limite d'une surface, cette dernière, pour dire les choses rapidement, apparaît aussi plate que possible, c'est-à-dire qu'elle est représentée avec un minimum d'écart par rapport à la moyenne de la sensation de profondeur[188].

13.

J'ai observé pour la première fois, à l'occasion de l'expérience susmentionnée (p. 218) d'inversion monoculaire d'une carte pliée, l'action réciproque particulière des lignes se coupant obliquement dans le plan du dessin (ou sur la rétine), par laquelle ces lignes sont mutuellement forcées hors du plan du dessin (ou hors du plan perpendiculaire à la ligne de visée).

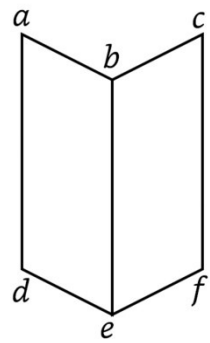


Fig. 31.

[188] Là encore, la sensation de profondeur ressemble à la fonction potentielle, dans un espace aux limites duquel elle est déterminée. Cette surface possiblement plane ne coïncide pas avec la surface d'aire minimale, qui serait obtenue si les contours spatiaux étaient faits de fil de fer, puis trempés dans de l'eau savonneuse, produisant un film liquide de Plateau.

La carte de la Fig. 31, dont le bord *b e*, lorsqu'il est tourné vers l'extérieur, vers moi, est dans une position verticale, prend, quand je réussis à voir *b e* en creux, une position couchée, comme celle d'un livre ouvert sur ma table, avec le résultat que *b* apparaît plus éloigné que *e*. Une fois familiarisé avec ce phénomène, l'inversion peut être effectuée avec presque tous les objets, et on peut toujours observer avec le changement de forme ou le basculement, ce remarquable changement simultané de position. L'effet est particulièrement étonnant dans le cas d'objets transparents. Soit *a b c d* la section d'un cube de verre posé sur une table *t t*, et *O* étant l'œil qui regarde (Fig. 32).

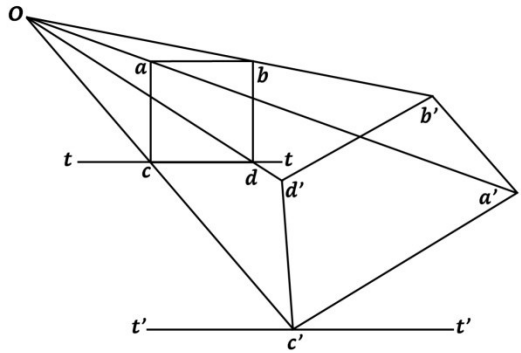


Fig. 32.

Avec l'inversion monoculaire, l'angle *a* est projeté sur *a'*, *b* sur le point le plus proche *b'*, *c* sur *c'*, et *d* sur *d'*. Le cube semblera se tenir obliquement sur son bord *c'* sur la table *t' t'*. Pour que le dessin puisse permettre de mieux appréhender le phénomène, les deux images ont été représentées derrière et non l'une dans l'autre. Si l'on substitue au cube un verre à boire partiellement rempli d'un liquide coloré, on le verra, avec la surface du liquide, dans une position oblique semblable.

Avec une attention suffisante, les mêmes phénomènes peuvent être observés avec n'importe quel dessin linéaire. Si

nous plaçons la page contenant la Fig. 31 verticalement devant nous, et l'observons monoculairement, nous verrons *b* projeter si *b e* est saillant, mais s'il est en creux, *b* reculera et *e* sera projeté et se rapprochera de l'observateur. Loeb[189] remarque que lorsque cela se produit, les points *a e* restent dans le plan du dessin. Et, de fait, cela rend le changement de direction intelligible. Si nous traçons les lignes pointillées, comme dans la Fig. 32a, et imaginons la figure, dans la mesure où elle se trouve à l'extérieur du triangle pointillé, effacée, il nous reste l'image d'une pyramide à trois côtés creuse ou surélevée, dont la base se trouve dans le plan du dessin.

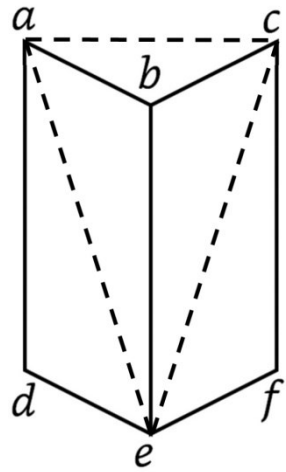


Fig. 32a

L'inversion ne produit plus aucune sorte de mystérieux changement de position. Il semblerait donc que chaque point vu monoculairement vise l'écart minimum par rapport à la moyenne de la sensation de profondeur, qui est atteignable dans les conditions de l'expérience, et que l'ensemble de

[189] Loeb, « Ueber optische Inversion » (À propos de l'inversion optique), cité p. 230 ci-dessus.

l'objet vu vise la quantité minimale atteignable d'éloignement du noyau-surface de Hering.

Si l'on considère les déformations que subit une figure rectiligne plane lorsqu'elle est tracée dans l'espace monoculaire, toutes ces déformations peuvent être qualitativement réduites au principe suivant : les branches d'un angle aigu sont projetées de part et d'autre du plan du dessin, ou du plan perpendiculaire à la ligne de visée, et les jambes d'un angle obtus sont projetées du même côté. Dans ce processus, les angles aigus sont amplifiés et les angles obtus diminués. Tous les angles tendent à devenir des angles droits.

14.

Ce principe suggère que le phénomène qui vient d'être décrit est étroitement lié à la pseudoscopie de Zöllner et aux nombreux phénomènes qui lui sont liés. Là encore tout tourne autour de l'agrandissement apparent des aigus et de la diminution apparente des angles obtus, sauf que les dessins sont vus dans le plan. Mais lorsqu'ils sont observés dans l'espace monoculaire, les effets pseudoscopiques disparaissent et les phénomènes décrits ci-dessus apparaissent. Or, bien que ces phénomènes aient été beaucoup étudiés, aucune explication complètement satisfaisante n'en a encore été proposée. Naturellement, des explications aussi superficielles que, par exemple, l'hypothèse que nous sommes principalement habitués à voir des angles droits, sont inadmissibles, si l'investigation n'est pas complètement avortée ou interrompue prématurément. On voit assez souvent des objets à angles obliques, mais jamais, sans préparation artificielle, la surface d'un liquide au repos et pourtant oblique, comme nous l'avons fait dans l'expérience donnée ci-dessus. Pourtant, l'œil, semble-t-il, préfère la surface liquide oblique à un corps à angle oblique.

La puissance élémentaire déployée dans ces processus possède, je crois, sa racine dans des habitudes beaucoup plus

simples de l'organe de la vue, – habitudes dont l'origine est sans aucun doute antérieure à la vie civilisée de l'homme. J'ai essayé une fois d'expliquer les phénomènes en question par un contraste de directions analogue au contraste des couleurs, mais sans arriver à un résultat satisfaisant. Mais des recherches plus récentes de Loeb[190], Heymans[191], et d'autres, et des observations de Hoefler[192] sur les contrastes de courbes, sont très favorables à une théorie du contraste. De plus, tout récemment en tout cas, il y a une tendance résolument accrue à adopter une explication purement physiologique[193].

Le principe d'économie, encore une fois, ne m'a fourni aucun éclaircissement en ce qui concerne la pseudoscopie de Zöllner.

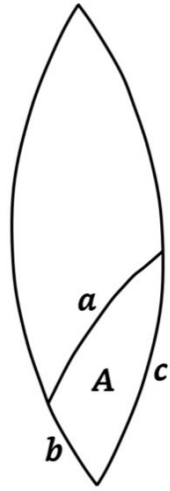


Fig. 33.

[190] Loeb, *Archiv* de Pflüger, 1895, p. 509.

[191] *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane* de Heyman, Vol. XIV, p. 101.

[192] Hoefler, *Ibid.*, vol. XII, p. 1.

[193] Witasek, *Ibid.*, vol. XIX, p. 1.

Une perspective de succès un peu plus grande semble être offerte par le principe de probabilité. Concevons la rétine comme une sphère parfaite et imaginons l'œil fixé sur le sommet d'un angle *a* dans l'espace (Fig. 33).

Les plans passant par le centre de l'œil et les lignes contenant l'angle, projettent ces lignes sur la rétine, y décrivant un segment sphérique d'angle *A*, qui représente l'angle de l'image monoculaire. Or, un nombre infini de valeurs de *a*, variant de 0° à 180°, peut correspondre à une valeur constante de *A*, comme on le verra si l'on réfléchit que les droites comportant l'angle objectif peuvent prendre toutes les positions possibles dans les plans de leur projection. Par conséquent, à un angle vu *A*, peuvent correspondre toutes les valeurs possibles de l'angle objectif *a* qu'on peut obtenir en faisant varier chacun des côtés *b* et *c* du triangle entre 0° et 180°. Le résultat réel est, en supposant que le calcul soit effectué d'une manière définie, que les grands angles sont les objets les plus probables correspondant aux angles aigus observés, et les petits angles les contreparties les plus probables des angles obtus observés. Je n'étais cependant pas en mesure de déterminer si ces cas, que nous sommes enclins à considérer comme géométriquement également probables, devaient aussi être considérés comme physiologiquement également probables, – une question à la fois essentielle et importante. De plus, l'ensemble de la conception a une tournure beaucoup trop artificielle pour moi.

15.

Je ne puis m'empêcher de mentionner ici la tentative qui a été faite par A. Stöhr pour parvenir à une explication des phénomènes décrits ci-dessus d'un point de vue entièrement nouveau. Avec les considérations générales par lesquelles il a été guidé, je suis en pleine sympathie et d'accord. D'autre part, je n'ai pas encore pu me convaincre qu'il existe un fondement démontrable de fait correspondant à ses

hypothèses. De plus, les relations qu'il présuppose sont si compliquées qu'il n'est pas facile de trancher cette question, sans parcourir soi-même complètement le terrain expérimentalement. Je ne sais donc pas si les vues de Stöhr équivaudront à une explication complète sur tous les points. Dans un de ses ouvrages moins récents[194] on fait l'hypothèse qu'à l'image dioptrique de l'œil en avant de la rétine correspond une image catoptrique dans la rétine, celle-ci ayant un relief proportionnel à la profondeur de la première. La profondeur rétinienne est donc à la fois le facteur déterminant de la sensation de profondeur dans l'espace visuel et le facteur régulateur de l'accommodation. En fait, je me suis toujours demandé par quels moyens pouvait être déterminé le sens du changement de l'accommodation ; car le changement d'accommodation ne peut être déterminé simplement par la grandeur du cercle de dispersion ; de plus, il n'y a qu'un lien lâche entre l'accommodation et la convergence, et de plus un seul œil par lui-même est accommodé. À cette vue, d'autre part, il faut opposer les nombreuses observations qui ont été faites sur l'inutilité de l'accommodation pour la sensation de profondeur. La grande épaisseur de la rétine dans les yeux des insectes[195] suggère, encore une fois, que la perception du relief peut être liée à une fonction de la rétine.

Dans deux ouvrages ultérieurs[196], Stöhr va plus loin, prenant cette théorie comme base. Dans le second de ces livres, nous trouvons un point de vue qui n'est pas sans rappeler celui de Scheffler, mais sous une forme plus

---

[194] *Zur nativistischen Behandlung des Tiefensehens* (Sur le traitement nativiste de la vision de la profondeur), Vienne, 1892.

[195] Exner, *Die physiologie der facettierten Augen* (La physiologie des yeux à facettes), Vienne, 1891, p. 188.

[196] *Zur Erklärung der Zöllnerschen Pseudoskopie* (Pour expliquer la pseudoscopie de Zöllner), Vienne, 1898 ; Binokulare Figurmischung und Pseudoskopie (Binokulare Figurmischung und Pseudoskopie), Vienne, 1900.

physiologique. La vision dominante, selon laquelle les images des positions qui s'écartent plus ou moins des positions correspondantes sont fusionnées en une seule impression unifiée, Stöhr pense qu'elle est insoutenable. « Où est l'aiguilleur qui organise le changement de telle manière que, non seulement dans des cas extraordinaires, mais aussi à des fins déterminées, deux stimuli puissent être combinés dans l'organe central sur une paire de lignes de conduction tout à fait inconnue ? » On suppose que les rétines des deux yeux s'efforcent naturellement de minimiser le stimulus lumineux, et tendent ainsi à l'égalisation d'images inégales. Les éléments nerveux excitent le muscle ciliaire, non seulement d'une manière assez régulière et uniforme, mais encore, selon les besoins, avec une grande irrégularité. La contraction régulière du muscle ciliaire produit un renflement plus important du cristallin et une légère contraction de la rétine. Si, dans ce processus, les éléments rétiniens portent avec eux leurs valeurs de position, la même image rétinienne apparaît agrandie. Ainsi, d'après Stöhr, on comprend pourquoi les systèmes proportionnels de cercles de Panum (jusqu'aux cercles de rayons dans la proportion de 4 à 5) se voient, en vertu de l'adaptation mutuelle des deux yeux, avec des parties identiques de la rétine, aussi simple et comme ayant une taille qui est la moyenne de leurs tailles. En représentant alternativement un système en points rouges et l'autre en points verts, de sorte que dans l'image binoculaire unie les points rouges apparaissent entre les verts, Stöhr prouve que la fusion des systèmes de cercles n'est pas causée par la suppression d'une des images. Et la contraction irrégulière du muscle ciliaire est censée produire divers effets, – (1) une déformation irrégulière de la lentille avec des déplacements très divers des sommets de la diacaustique[197]

[197] Une caustique désigne en optique l'enveloppe des rayons lumineux subissant une réflexion ou une réfraction sur une surface ou une courbe. Une caustique par réfraction est appelée diacaustique. Wikipédia : *https://bit.ly/399zulv* (NDT).

de différentes lignes de rayons, par laquelle le changement dans le relief des images dioptriques et catoptriques[198] se produit ; et (2) diverses déformations minimales de la rétine. Stöhr pense qu'il peut démontrer la possibilité de sa théorie par des calculs détaillés, et qu'il peut prouver l'effectivité de ses présuppositions en étudiant des sujets avec des yeux chez lesquels le cristallin est absent ou hors de sa position correcte (aphakie). En tout cas sa théorie a conduit à des expériences aux résultats surprenants, – par exemple l'indentation stéréoscopique des lignes droites, – et, ne serait-ce qu'à ce titre, elle mérite d'être considérée avec respect. Mais bien que toute sa conception de l'œil et de ses parties en tant qu'organismes vivants me soit extrêmement agréable, je n'ai pas encore pu me convaincre que les hypothèses qu'il fait pour expliquer partout des cas plus compliqués de vision spatiale remplissent leur but[199].

La rupture de Stöhr d'avec les traditions de l'optique physiologique est très grande. Ce n'est pas en soi une raison pour refuser d'éprouver sa théorie de près, d'autant plus que les recherches de physiologie comparée de S. Exner et de Theodor Beer[200], si riches en beaux et remarquables résultats, nous ont familiarisés avec des yeux caractérisés par une complexité et variété d'adaptation organique telle qu'un

[198] Dioptrique et catoptrique concernent respectivement la réfraction et la réflexion des rayons lumineux (NDT).

[199] Le livre suivant a paru par la suite : A. Stöhr, *Grundfragen der psycho-physiologischen Optik* (Questions fondamentales d'optique psycho-physiologique), Leipzig et Vienne, 1904. Les problèmes en question sont ici discutés plus en détail.

[200] E. Beer, « Die Akkommodation des Fischauges » (L'accommodation de l'œil de poisson), *Archiv* de Pflüger, Vol. LVIII, p. 523 ; « Akkommodation des Auges in der Tierreihe » (L'accommodation de l'œil dans la lignée animale), *Wiener klinische Wochenschrift*, 1808, n° XLII ; « Ueber primitive Sehorgane » (À propos des organes primitifs de la vision), *Ibid.*, 1901, N° XI, XII, XIII.

physicien l'aurait à peine supposée possible *a priori*. Il est possible que les opinions de Stöhr s'appliquent à d'autres organes de la vision, mais peut-être pas à l'œil humain.

Il y a beaucoup de phénomènes qui rendent probable que l'acte de voir implique d'autres processus de changement dans l'œil qui demandent encore à être étudiés. Les images stéréoscopiques avec des différences stéréoscopiques importantes présentent, lorsqu'elles sont regardées longtemps, une augmentation énorme de la croissance de leur relief par étapes successives, même si la fusion semble être complète depuis un certain temps. Des courbures et des gonflements en forme de vagues ont été observés dans des systèmes de lignes fines, lisses et parallèles, et ceux-ci ont été expliqués d'une manière assez particulière comme se référant à l'incapacité de la texture en mosaïque de la rétine à reproduire des lignes droites d'une telle finesse. J'ai cependant toujours remarqué ce phénomène quand j'ai contemplé pendant quelque temps des systèmes de droites bien visibles et nullement micrométriques. Ainsi la mosaïque de la rétine n'a rien à voir avec cette question. Je préférerais supposer que l'effort impliqué, peut-être au moyen de petits déplacements au sens de Stöhr, introduit un certain désordre dans les valeurs d'espace[201].

16.

La facilité du passage du processus de vision pseudoscopique de figures planes à celui de vision monoculaire dans l'espace nous aidera probablement à éclairer le premier. Cette conjecture est confirmée par les faits suivants. Un dessin linéaire plan, observé monoculairement, apparaît généralement plan. Mais si les angles sont faits pour varier et

[201] « Ueber die physiologische Wirkung räumlich verteilter Lichtreize » (À propos de l'effet physiologique des stimuli lumineux distribués dans l'espace), *Wiener Sitzungsberichte*, 2e partie, octobre 1866, pp. 7-10, du tiré à part.

introduire du mouvement, tout dessin de ce genre prendra une forme solide. On voit alors généralement un corps solide en rotation, tel que je l'ai décrit dans une occasion antérieure[202]. Les célèbres figures acoustiques vibrantes de Lissajous, qui, en faisant varier leur différence de phase, semblent reposer sur un cylindre tournant, offrent un bel exemple du procédé en question.

Ici encore, on pourrait faire référence à notre habitude de constamment traiter avec des corps solides. En effet, des corps solides engagés dans des révolutions et des retournements nous entourent continuellement. En effet, tout le monde matériel dans lequel nous nous déplaçons est, dans une certaine mesure, un seul corps solide ; et sans le secours des corps solides, nous ne pourrions jamais arriver à la conception de l'espace géométrique. Nous ne remarquons généralement pas la position des points uniques d'un corps dans l'espace, mais appréhendons directement ses dimensions. C'est là, pour les non-initiés, la principale difficulté de dessiner une image en perspective. Les enfants, habitués à *voir* les corps dans leurs dimensions réelles, ne comprennent pas les raccourcis de perspective et se contentent bien mieux de simples contours ou silhouettes. Je me souviens bien de cet état d'esprit, et par ce souvenir je peux comprendre les dessins des anciens Égyptiens, qui représentent toutes les parties du corps autant que possible dans leurs vraies dimensions, les pressant ainsi, pour ainsi dire, dans le plan du dessin, comme les plantes sont pressées dans un herbier. Dans les peintures murales pompéiennes aussi, nous rencontrons encore une aversion perceptible pour les raccourcis, bien qu'ici le sens de la perspective soit déjà manifeste. Les anciens maîtres italiens, au contraire, conscients de leur parfaite maîtrise du sujet, s'amusent souvent à des raccourcis excessifs et parfois même peu

[202] « Beobachtungen über monokulare Stereoskopie » (Observations par stéréoscopie monoculaire), *Sitzungsberichte der Wiener Akademie* (1868), Vol. LVIII.

esthétiques, qui exigent parfois un effort considérable de l'œil.

17.

Il ne fait donc aucun doute que nous sommes beaucoup plus familiers avec le processus de voir des corps solides avec les distances entre leurs points saillants inchangées, qu'avec le processus de séparation de leur profondeur, qui est toujours le résultat, en première instance, d'une analyse délibérée. En conséquence, nous pouvons nous attendre à ce que partout où une masse cohérente de sensations, qui, en vertu de ses transitions continues et de sa coloration commune, fusionnées en une unité, présente une altération spatiale, le changement sera vu de préférence comme le mouvement d'un corps solide. Je dois cependant avouer que cette façon de voir les choses ne me satisfait pas. Je crois plutôt qu'ici aussi une habitude élémentaire de l'organe de la vue est à la racine de la question, – une habitude qui n'est pas originairement née de l'expérience consciente de l'individu, mais, au contraire, a antérieurement facilité notre appréhension des mouvements des corps solides. Si nous devions supposer, par exemple, que toute diminution de la dimension transversale d'une masse de sensation optique vers laquelle l'attention était dirigée avait tendance à induire une augmentation correspondante de la dimension de la profondeur, et *vice versa*, nous aurions un processus tout à fait analogue à celui que nous avons déjà considéré plus haut (p. 205) et qui était comparé à la conservation de l'énergie. Cette vue est certainement beaucoup plus simple et fournit une explication adéquate. De plus, elle permet de comprendre plus facilement comment une habitude aussi élémentaire a pu être acquise, comment elle a pu s'exprimer dans l'organisme et comment la disposition à son égard a pu être héritée.

Comme une sorte de contrepartie à la rotation des corps solides que nous présente l'organe de la vue, je citerai ici une

observation supplémentaire. Si un œuf ou un ellipsoïde à surface terne et uniforme est roulé sur le dessus d'une table, mais de telle manière qu'il ne tourne pas autour de son axe de génération, mais effectue des mouvements de secousses, nous croirons voir, en le regardant aux jumelles, un corps liquide ou une grosse goutte oscillante. Le phénomène est encore plus sensible si l'œuf, avec son axe longitudinal en position horizontale, est mis en rotation moyennement rapide autour d'un axe vertical. Cet effet est immédiatement détruit lorsque des marques, dont on peut suivre les mouvements, se font à la surface de l'œuf. On voit alors un corps solide en rotation.

Les explications offertes dans ce chapitre sont certainement loin d'être complètes, mais je crois que les considérations avancées auront un certain effet en stimulant et en préparant la voie à une étude plus exacte et plus approfondie de ces phénomènes.

11. SENSATIONS, MÉMOIRE ET ASSOCIATION

1.

Les discussions qui précèdent ont montré au-delà de tout doute possible qu'à partir de simples sensations aucune vie psychique ressemblant à la nôtre, même au degré le plus éloigné, ne pouvait être constituée. Lorsqu'une sensation est oubliée l'instant d'après qu'elle s'est évanouie, le seul résultat possible est une mosaïque décousue et une série d'états psychiques, comme il faut le supposer chez les animaux les plus bas et les idiots les plus dégradés. À ce stade, une sensation qui n'a pas un effet tel qu'elle stimule violemment au mouvement – une sensation de douleur, par exemple, – ne retiendra guère l'attention. Par exemple, la vue d'un corps sphérique aux couleurs vives, qui n'est pas complétée par une mémoire de l'odorat et du goût, – par la mémoire, en un mot, des propriétés d'un fruit et des expériences liées à un fruit, – reste inintelligible et est sans intérêt, comme on l'a observé dans « l'aveuglement psychique ». L'accumulation et la connexion des souvenirs, et leur pouvoir de s'évoquer les uns les autres, – en bref, Mémoire et Association, – sont les exigences fondamentales d'une vie psychique développée.

2.

Qu'est-ce que la mémoire ? Un événement psychique laisse derrière lui des traces psychiques, mais il laisse aussi des traces physiques. Physiquement, aussi bien que psychiquement, un enfant qui a été brûlé, ou piqué par une guêpe, se comporte d'une manière tout à fait différente d'un

enfant qui n'a pas eu cette expérience. Car le psychique et le physique ne diffèrent que selon la manière dont on les considère. Néanmoins il est extrêmement difficile de découvrir dans les phénomènes physiques du monde inorganique des caractéristiques ayant quelque affinité avec la mémoire.

Dans la physique du monde inorganique, tout semble être déterminé par les circonstances du moment, et le passé semble être entièrement sans aucune influence. Les oscillations d'un pendule sont égales, qu'il effectue sa première oscillation ou que 1000 autres aient déjà eu lieu. L'hydrogène se combine au chlore de la même manière, qu'il soit auparavant associé au brome ou à l'iode. Il existe en effet, même dans le domaine physique, des cas où l'influence du passé s'exprime clairement. La terre nous révèle l'histoire de son passé géologique, et la lune fait de même. Mon ami E. Suess m'a montré un morceau de roche marqué d'un système très particulier de fissures parallèles congruentes, qu'il interprète très vraisemblablement comme un sismogramme préhistorique.

Un fil remarque, pour ainsi dire, pendant un temps considérable, chaque torsion qu'il subit. Chaque étincelle d'une décharge est un individu, et est influencée par les décharges qui l'ont précédée. La couche isolante de la bouteille de Leyde conserve un historique de toutes les charges précédentes.

L'apparente contradiction se résout quand on se rappelle qu'en physique on a l'habitude d'idéaliser et de schématiser à l'extrême les cas considérés, en supposant toujours les circonstances les plus simples possible. Si nous supposons un pendule mathématique, alors sans doute la millième oscillation est comme la première, et aucune trace du passé n'est visible, précisément parce que nous ne tenons pas compte de ces traces. Mais un vrai pendule use son tranchant, et s'échauffe par frottement interne et externe, de sorte qu'aucune oscillation, bien considérée, ne ressemble exactement à une autre. Le résultat de chaque deuxième et

troisième torsion d'un fil est quelque peu différent de ce qu'il aurait été s'il n'y avait pas eu de torsion précédente. Si une telle schématisation était possible en psychologie, nous aurions des hommes qui se comportent de manière identique et ne trahissent aucunement l'influence des expériences individuelles.

En réalité, tout processus psychique laisse derrière lui des traces indélébiles, comme tout processus physique. Dans les deux sphères, il y a des processus irréversibles : l'entropie augmente, ou le lien d'une amitié rompue puis renouée se fait sentir. Et tout processus réel contient en tout cas des composants irréversibles.

3.

Or on dira, et avec raison, que les traces du passé sont encore loin d'être la même chose que la mémoire. En fait, ce qu'il faut pour augmenter la ressemblance, c'est que des processus qui ont eu lieu dans le passé soient relancés par une légère impulsion. Les vieux violons qui ont été bien joués, les images électriques de Moser (qui sortent lorsqu'on souffle dessus) et le phonographe offrent de meilleurs exemples. Pourtant, les violons et les phonographes doivent être joués par des forces extérieures, tandis que les êtres humains et leurs souvenirs jouent eux-mêmes. Car les êtres organiques ne sont pas des systèmes matériels rigides ; ce sont essentiellement des formes de l'équilibre dynamique de courants de « matière » et « d'énergie ». Or ce sont les formes d'écart de ces courants à l'état d'équilibre dynamique qui se répètent toujours de la même manière, selon la façon dont ils ont été une fois introduits. De telles variations dans les formes d'équilibre dynamique n'ont encore été que peu étudiées par la physique inorganique. Comme exemple très grossier, nous pouvons prendre des changements dans l'écoulement des liquides, produits par une circonstance fortuite, puis maintenus. Si l'on visse un robinet si fort qu'il n'arrive qu'un mince filet d'eau silencieux, une secousse fortuite suffit à perturber

l'équilibre instable du filet, et à faire couler l'eau en gouttes avec un rythme persistant. Supposons qu'une chaîne, couchée enroulée dans une cuve, puisse rouler sur un rouleau faisant en quelque sorte levier et tomber dans une autre cuve à un niveau inférieur. Si la chaîne est très longue et la différence de niveau très grande, la vitesse peut devenir considérable, et la chaîne, comme on le sait, possède alors la propriété, toutes les fois qu'on lui fait prendre une boucle, de maintenir cette boucle suspendue dans l'air pendant quelque temps, et de continuer son écoulement sous cette forme. Tous ces exemples sont des analogies très insuffisantes avec la plasticité que possèdent les organismes pour la répétition de processus et de séries de processus.

Les considérations qui précèdent visent à montrer qu'une compréhension de la mémoire sur des lignes physiques n'est pas inaccessible, bien que nous en soyons encore très éloignés. Il ne fait aucun doute qu'un élargissement considérable du point de vue de la science physique au moyen de l'étude des êtres organiques est nécessaire, avant que la physique soit capable d'une telle tâche. La grande richesse de la mémoire se fonde sans doute sur l'interaction réciproque et la connexion des organes. Cependant, nous devons probablement attribuer une mémoire rudimentaire même aux organismes élémentaires ; et s'il en est ainsi, l'idée s'impose inévitablement que tout processus chimique dans l'organe laisse derrière lui des traces favorables à la réapparition du même processus[203].

4.

On sait qu'une place très importante est donnée, en psychologie, aux lois d'association. Ces lois peuvent être réduites à une loi unique, qui consiste à dire que si deux

[203] Ostwald a tenté audacieusement une théorie chimique de la mémoire, basée sur ses théories sur la catalyse. Voir son *Vorlesungen über Naturphilosophie*, 1902, pp. 369s.

contenus de conscience, *A* et *B*, sont une fois apparus simultanément, l'un d'eux, lorsqu'il surgira, évoquera l'autre. Et en fait, il est beaucoup plus facile de comprendre la vie physique quand on a reconnu la récurrence constante de cette caractéristique fondamentale. Les différences de processus mental, dans le simple souvenir d'une expérience, dans une occupation sérieuse et dans le libre exercice de la fantaisie ou de la rêverie, peuvent être facilement comprises au moyen des circonstances concomitantes[204]. Ce serait cependant une complète erreur de vouloir réduire (p. 210) *tous* les processus psychiques à des associations acquises au cours de la vie de l'individu. Dans aucune de ses phases, la psyché n'apparaît comme *tabula rasa*. À tout le moins faudrait-il supposer des associations innées à côté des acquises. Les pulsions innées[205], qui, pour une psychologie purement introspective et renfermée sur elle-même, doivent nécessairement apparaître comme des associations innées, sont réduites par la biologie à des connexions organiques innées, et, en particulier, à des connexions nerveuses. Il vaut donc la peine de se demander si toutes les associations, y compris celles acquises par l'individu, ne dépendent pas de connexions innées, dont certaines ont été renforcées par

[204] Mach, *Erkenntnis und Irrtum*, 1905, pp. 29s.

[205] Les plus frappantes d'entre elles, parce qu'elles apparaissent au moment où les facultés mentales et le pouvoir d'observation sont pleinement développés, sont les premières manifestations de l'impulsion sexuelle. Je tiens de la part d'un homme parfaitement digne de confiance, une personne avec un grand amour de la vérité, que lorsqu'il était un garçon de seize ans, étant tout à fait innocent et inexpérimenté à l'époque, il vit une dame en robe décolletée, et a été surpris constater qu'il était soudain conscient d'un changement corporel frappant dans sa personne ; ce changement, il l'a pris pour une maladie et a consulté un collègue à ce sujet. Tout le complexe de sensations et de sentiments entièrement nouveaux qui lui furent alors soudainement révélés était coloré par un fort élément supplémentaire de peur.

l'usage[206]. Mais en tout cas, nous devons aussi nous demander si les processus pour la connexion desquels, dans des organismes hautement différenciés, des voies spéciales ont été développées, ne sont pas plutôt des faits primaires qui existent déjà dans des organismes inférieurs, et si ce n'est pas leur occurrence répétée, accompagnée l'une de l'autre, qui a conduit à la formation des chemins en question[207]. Une psychologie rationnelle ne peut, bien entendu, se contenter d'associations passagères ; elle devra également prévoir des voies de connexion fixes. Encore faut-il laisser place à la possibilité de processus psychiques spontanés, non dus à l'association, qui excitent les parties voisines du système nerveux et, lorsqu'ils sont de grande violence, peuvent se répandre dans tout le système nerveux. D'une part, les hallucinations, d'autre part les mouvements réflexes, sont des exemples des sphères sensorielle et motrice, auxquels il existe probablement des analogies correspondantes dans d'autres sphères.

5.

Les théories de l'action réciproque des parties du système nerveux central semblent s'opposer à une vue qui a été exposée par Loeb[208], en partie sur la base de ses propres

---

[206] H. E. Ziegler, « Theoretisches zur Tierphysiologie und vergleichenden Neurophysiologie » (Aspects théoriques de la physiologie animale et de la neurophysiologie comparée), *Biologisches Zentralblatt*, Leipzig, 1900, Vol. XX, N° 1.

[207] Si l'on considère la vie organique comme un état d'équilibre dynamique de divers composants chimiques, dans lequel, d'une manière générale, une perturbation d'un composant provoque une perturbation des autres, nous serons alors fondés à espérer expliquer, non seulement la mémoire, mais aussi l'association, selon des voies chimiques. Voir p. 250 ci-dessus, note 203 et p. 38.

[208] Loeb, *Vergleichende Physiologie des Gehirns* (Physiologie comparée du cerveau), Leipzig, 1899.

travaux, en partie sur ceux de Goltz et d'Ewald. Cette vue mérite d'être remarquée. Selon elle, les tropismes des animaux ne sont pas essentiellement différents de ceux des plantes, le seul avantage procuré par les nerfs dans le cas des animaux étant le transfert plus rapide du stimulus. La vie du système nerveux se réduit à des réflexes segmentaires, la coordination des mouvements à l'excitation réciproque et au transfert de stimulus, et les instincts à des chaînes de réflexes. Le réflexe de claquement de la grenouille, par exemple, libère le réflexe de déglutition. Des centres organisés d'une grande complexité ne sont pas présupposés, mais c'est le cerveau lui-même qui est considéré comme un arrangement de segments. Au fond de toutes ces théories, il y a, autant que je puisse en juger, un effort heureusement conçu et important pour secouer les entraves d'hypothèses inutilement compliquées imprégnées de métaphysique. Mais je ne suis pas d'accord avec Loeb lorsqu'il traite les recherches phylogénétiques de Darwin sur les instincts comme une démarche fallacieuse et unilatérale, qui devrait être abandonnée et remplacée par des investigations physico-chimiques. Des recherches de ce genre n'étaient sans doute pas à l'horizon pour Darwin. Mais c'est précisément ce fait qui lui assura la liberté de vision nécessaire à ses grandes et singulières découvertes, qu'aucun physicien, en tant que physicien, n'aurait pu faire.

Nous essayons, en effet, partout d'obtenir, là où c'est possible, un aperçu de la constitution physique des choses, une certaine connaissance de leurs connexions immédiates ou causales. Mais, déjà, il est loin d'être le cas que cela soit possible partout. Et dans les cas où ce n'est pas possible, ce ne serait en tout cas qu'un autre et très dangereux parti pris, de renoncer à d'autres points de vue féconds, qui peuvent toujours être considérés comme provisoires. La machine à vapeur ne peut, comme le dit Loeb, être comprise que sur le plan physique. Mais cela n'est vrai que pour une machine à vapeur particulière. Lorsqu'il s'agit de comprendre les *formes* actuelles de la machine à vapeur, les considérations

physiques ne suffisent pas. Toute l'histoire de la culture technique et sociale, et les présupposés géologiques impliqués, doivent être pris en compte. Il est possible qu'en dernier ressort chacun de ces facteurs soit susceptible d'une explication physique, mais cela a expliqué nos difficultés bien avant que ce stade ne soit atteint[209].

6.

Si je peux imaginer que, pendant que j'ai des sensations, moi-même ou quelqu'un d'autre puisse observer mon cerveau avec tous les appareils physiques et chimiques nécessaires, il serait alors possible de déterminer à quels processus de l'organisme les sensations d'un type particulier sont liées. La question si souvent posée, de savoir quelle est la limite inférieure de la sensation dans le monde organique, soit que les animaux les plus bas aient des sensations, soit que les plantes en aient, pourrait alors être rapprochée de sa solution, du moins en ce qui concerne l'analogie. Tant que ce problème n'a pas été résolu dans un seul cas particulier, aucune décision sur la question n'est possible.

On se demande même parfois si la « matière » inorganique a des sensations. La question est assez naturelle, si l'on part de la conception physique communément courante qui représente la matière comme la réalité immédiatement et indubitablement donnée à partir de laquelle tout, inorganique et organique, est construit ; car la sensation doit ou surgir soudainement quelque part dans cette structure, ou bien avoir été présente dans les fondations dès le début. De notre point de vue, la question n'est qu'une perversion. La matière n'est pas pour nous ce qui est d'abord donné. Ce qui est principalement donné, ce sont plutôt les éléments qui, lorsqu'ils se tiennent les uns par rapport aux autres dans une certaine relation connue, sont appelés sensations.

[209] Loeb, *Vergleichende Physiologie des Gehirns*, p. 130.

Tout problème scientifique qui peut avoir un sens pour un individu humain concerne la constatation de la dépendance des éléments les uns par rapport aux autres. Ce que dans la vie de tous les jours nous appelons matière est un type défini de connexion entre les éléments. La question de savoir si la matière possède des sensations se poserait donc comme suit : la sensation appartient-elle à un genre défini de connexion entre les éléments, ces éléments eux-mêmes étant aussi, lorsqu'ils sont dans un certain rapport, toujours des sensations ? Mise sous cette forme ; personne ne voudra poser la question[210]. Tout ce qui peut nous intéresser doit être atteint dans le cadre de la poursuite de la tâche générale de la science.

Nous nous demandons si les animaux ont des sensations, alors que l'hypothèse de sensations nous aide à mieux comprendre leur comportement tel qu'il est observé au moyen de nos propres sens. Le comportement d'un cristal est déjà complètement déterminé par nos sens ; et donc demander si un cristal a des sensations, ce qui ne nous fournirait aucune autre explication de son comportement, est une question sans aucune signification pratique ou scientifique.

[210] Cf. Mach, *Populär-Wissenschaftliche Vorlesungen*, 3e éd., 1903, p. 242.

12. LA SENSATION DU TEMPS

1.

Beaucoup plus difficile que l'investigation de la sensation d'espace est celle de la sensation de temps[211]. De nombreuses sensations apparaissent avec, d'autres sans, une nette sensation d'espace. Mais la sensation temporelle accompagne toutes les autres sensations et ne peut en être entièrement séparée. Nous nous référons donc, dans nos recherches ici, aux variations de la sensation temporelle. À cette difficulté psychologique s'en associe une autre consistant dans le fait que les processus physiologiques auxquels se rattache la sensation du temps sont encore moins connus, plus profonds et plus profondément cachés que les processus correspondant aux autres sensations. Notre analyse doit donc se borner principalement au côté psychologique, sans aborder la question sous son aspect physique, comme c'est possible, en partie du moins, dans le domaine des autres sens.

Il est à peine nécessaire d'insister spécialement sur le rôle important joué dans notre vie psychique par l'ordre temporel des éléments. L'ordre temporel est encore plus important que

---

[211] La position que je prends ici ne diffère que légèrement de celle de mon « Untersuchungen über den Zeitsinn des Ohres » (Études sur la perception du temps par l'oreille), *Sitzber. d. Wiener Akademie*, vol. LI, 1865. Dans le détail de ces expériences antérieures, commencées en 1860, je n'entrerai pas ici de nouveau. Je ne peux pas non plus discuter ici de l'abondant matériel qui a résulté des travaux de Meumann, Münsterberg, Schumann, Nichols, Hermann et d'autres. Cf. Scripture, *The New Psychology*, Londres, 1897, p. 170. Pour une discussion complémentaire, voir mon *Erkenntnis und Irrtum*, 1905, pp. 415s.

l'ordre spatial. Le renversement de l'ordre temporel est encore plus destructeur d'un processus que ne l'est le renversement d'un objet dans l'espace en le retournant ; inverser l'ordre temporel, et une expérience devient autre chose qu'elle-même, quelque chose de tout à fait nouveau. C'est pourquoi les mots d'un discours ou d'un poème ne sont reproduits que dans l'ordre dans lequel ils ont été vécus et non dans l'ordre inverse également, dans lequel ils auraient généralement un tout autre sens, voire pas de sens du tout. Si l'on renverse toute la séquence acoustique en disant quelque chose à l'envers, ou en faisant fonctionner un phonographe à l'envers, on ne reconnaît même plus les mots qui sont les composantes de la parole. Les souvenirs définis ne sont liés qu'à la séquence définie de sons dans laquelle un mot apparaît, et ce n'est que lorsque les souvenirs sont évoqués dans un ordre défini correspondant à la séquence de mots qu'ils se combinent pour produire une signification définie[212]. Mais une séquence de notes aussi, une mélodie simple où l'habitude et l'association ne jouent en tout cas qu'un très petit rôle, devient méconnaissable si on les inverse temporellement. Pour ce qui est des représentations et des sensations même très élémentaires, leur séquence temporelle fait partie de l'image mémorielle de celles-ci.

Si l'on conçoit le temps comme une sensation, il paraît moins étrange que, dans une série passant dans l'ordre *A B C D E*, un membre quelconque, *C* par exemple, n'évoque en mémoire que les membres qui le suivent, et non ceux qui le précèdent. L'image-souvenir d'un bâtiment ne surgit pas avec le toit tourné vers le bas. Mais, du reste, il ne semble pas indifférent que l'organe *B* soit excité après un organe *A*, ou *vice versa*. Il y a probablement là un problème physiologique caché, qu'il faudrait résoudre avant de pouvoir comprendre pleinement le fait psychologique fondamental de

[212] Cf. R. Wallaschek, Psychologie and Pathologie der Vorstellung (Psychologie et pathologie de l'imagination), Leipzig, 1905, en particulier le chapitre sur « Le tout et ses parties », pp. 15s.

l'écoulement des séries reproduites dans une direction déterminée[213]. Il est possible que ce fait soit lié au fait qu'une excitation se propage le long de voies entièrement différentes selon le point auquel elle entre pour la première fois dans l'organisme, de la manière dont cela a été expliqué pour les cas physiques par les considérations p. 101 et par la Fig. 1b. Même lorsque le milieu est parfaitement homogène, si deux excitations en lui, partant de deux points éloignés, se répandent uniformément, elles coïncideront plus près en celui des deux points qui a été excité plus tard. Ainsi, même dans les cas les plus simples, l'ordre de stimulation ne peut être indifférent.

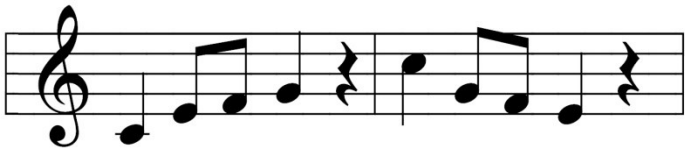
Qu'une note *D* suive une note *C*. L'impression est toute différente de ce qu'elle serait si *C* suivait *D*. La cause en est principalement les notes elles-mêmes et leur action réciproque. Car si la pause entre les deux notes est suffisamment longue, il est possible qu'on ne distingue plus les deux cas. Quelque chose d'analogue peut être observé avec des séquences de couleurs, et en général avec des sensations de toutes sortes. Mais si une note *A* est suivie d'une couleur ou d'une odeur *B*, nous savons toujours que *B* a suivi *A*, et notre estimation de la pause entre *A* et *B* n'est pratiquement pas influencée par la qualité de *A* et *B*. Il doit donc y avoir un autre processus, qui n'est pas affecté par la variation de la qualité de la sensation, qui est tout à fait indépendant de la qualité de la sensation, et au moyen duquel nous estimons le

[213] Peut-être les éléments nerveux ne sont-ils pas seulement doués d'une faculté innée permanente d'orientation polaire, comme le rend probable le retour en arrière de l'onde dans les intestins et la musculature des serpents, et par les phénomènes galvanotropes, mais peut-être sont-ils aussi capables d'une polarité temporairement acquise, qui se manifeste dans l'inscription de la série temporelle dans la mémoire, dans la pratique, etc. Cf. Loeb et Maxwell, « Zur Theorie des Galvanotropismus » (Sur la théorie du galvanotropisme), *Archiv* de Pflüger, Vol. LXIII, p. 121 ; Loeb, *Vergleichende Gehirnphysiologie* (Physiologie cérébrale comparée), pp. 108s.

temps. Il est en effet possible de faire une sorte de rythme à partir de sensations tout à fait hétérogènes, comme les sons, les couleurs et les impressions du toucher.

2.

Qu'il existe une sensation de temps déterminée et spécifique, cela me paraît hors de tout doute. L'identité rythmique des deux mesures contiguës, dans lesquelles l'ordre des notes est tout à fait différent, est immédiatement reconnue.



Il ne s'agit pas ici d'une affaire d'entendement ou de réflexion, mais d'une affaire de sensation. De la même manière que des corps de couleurs différentes peuvent posséder la même forme spatiale, nous avons ici deux entités tonales qui, acoustiquement, sont différemment colorées, mais possèdent la même forme temporelle. Comme dans le seul cas où nous repérons par un acte immédiat de sensation les composants identiques de la sensation d'espace, ici nous détectons immédiatement les composants identiques de la sensation de temps, ou la similitude du rythme.

Ce n'est bien sûr que pour des temps courts que je soutiens qu'il y a une sensation immédiate de temps. Nous jugeons et estimons des temps plus longs en nous souvenant des processus qui s'y sont déroulés, c'est-à-dire en les divisant en parties plus petites dont nous avons eu une sensation immédiate.

3.

En entendant un certain nombre de coups de cloche, qui sont exactement identiques acoustiquement, je discrimine entre le premier, le deuxième, le troisième, etc. Est-ce peut-être les pensées qui l'accompagnent, ou d'autres sensations accidentelles, auxquelles les coups de cloche se trouvent être associés, qui produisent ces marques distinctives ? Je ne crois pas que quiconque soutiendra sérieusement cette opinion. Combien incertaine et peu fiable, si cette opinion était vraie, serait notre mesure du temps ! Que deviendrait-il si cet arrière-plan accidentel de pensées et de sensations s'évanouissait soudain de la mémoire ?

Pendant que je réfléchis à quelque chose, l'horloge sonne, mais je n'y prête pas attention. Après qu'elle a fini de frapper, il peut être important pour moi de compter les coups. Et de fait, surgissent dans ma mémoire distinctement un, deux, trois, quatre coups. Je donne ici toute mon attention à ce souvenir, et par ce moyen le sujet sur lequel je réfléchissais pendant la sonnerie de l'horloge, pour l'instant s'évanouit complètement de moi. Le fond supposé sur lequel je pouvais noter les coups de cloche me manque maintenant. Par quelle marque puis-je distinguer le *second* coup du *premier* ? Pourquoi est-ce que je ne considère pas tous les coups, qui à d'autres égards sont identiques, comme un *seul* ? Parce que chacun est lié pour moi à une sensation temporelle particulière qui démarre dans la conscience avec elle. De la même manière, je distingue une image-souvenir d'une création fantaisiste par une sensation-temps spécifique qui n'est pas celle du moment présent.

4.

Puisque, tant que nous sommes conscients, la sensation de temps est toujours présente, il est probable qu'elle est liée à la consommation organique nécessairement associée à la conscience, – que nous ressentons le travail de l'attention en

tant que temps. Lors de tout effort intense d'attention le temps nous est long, lors d'un emploi facile, il est court. Quand nous sommes dans un état d'ennui, remarquant à peine notre environnement, les heures passent rapidement[214]. Lorsque notre attention est complètement épuisée, nous dormons. Dans le sommeil sans rêves, la sensation du temps fait défaut. Quand le sommeil profond intervient, hier n'est lié à aujourd'hui que par un lien intellectuel, à part le sentiment commun à tous deux qui reste le même.

J'ai déjà fait référence à une occasion antérieure à la différence apparente des manières dont les animaux de différentes tailles mesurent le temps[215]. Mais la mesure du temps semble également changer avec l'âge. Comme les jours me paraissent courts maintenant en comparaison des jours de ma jeunesse ! Et dans ma jeunesse j'avais l'habitude de regarder une horloge astronomique qui sonnait les secondes ; quand je pense à cette horloge maintenant, le second temps semble être sensiblement accéléré. Je ne peux pas me débarrasser de l'impression que mon unité de temps physiologique est devenue plus grande.

La fatigue de l'organe de la conscience se poursuit continuellement pendant les heures de veille, et le travail de l'attention augmente tout aussi continuellement. Les sensations liées à une plus grande dépense d'attention nous paraissent se produire plus tard.

Les événements psychiques normaux aussi bien qu'anormaux semblent s'accorder avec cette conception. Puisque l'attention ne peut être fixée sur deux organes sensoriels différents à la fois, les sensations de deux organes ne peuvent jamais se produire ensemble et cependant s'accompagner d'un effort d'attention absolument identique. Par conséquent, l'un apparaît plus tard que l'autre. Quelque

[214] Nous aurions dit l'inverse. Dans l'ennui, les heures semblent s'allonger (NDT).

[215] *Zeitsinn des Ohres*, p. 17.

chose d'analogue à la soi-disant équation personnelle[216] des astronomes, ayant son fondement dans des faits analogues, est aussi fréquemment observée dans le même domaine de la sensation. C'est un fait bien connu qu'une impression optique qui se produit physiquement plus tard peut cependant, dans certaines circonstances, sembler se produire plus tôt. Il arrive quelquefois, par exemple, qu'un chirurgien, en saignant, voit d'abord le sang jaillir, puis sa lancette entrer[217]. Dvorak a montré[218], dans une série d'expériences qu'il a faites à ma demande, il y a des années, que cette relation peut se produire à volonté, l'objet sur lequel l'attention est centrée apparaissant (même s'il est réellement de 1/8 à 1/6 de seconde plus tard) plus tôt que celui vu indirectement. Il est fort possible que l'expérience familière du chirurgien trouve son explication dans ce fait. Le temps dont l'attention a besoin pour passer d'un endroit où elle est occupée, à un autre, est indiqué dans l'expérience suivante de mon cru[219]. Deux carrés rouge vif mesurant deux centimètres de côté et situés sur un fond noir, distants de huit centimètres, sont éclairés dans une pièce parfaitement obscure par une étincelle électrique dissimulée à l'œil (Fig. 34)[220].

Le carré vu directement apparaît rouge, mais celui vu indirectement apparaît *vert*, – et souvent assez intensément.

---

[216] L'équation personnelle désigne en astronomie et en géodésie instrumentale le temps de réaction moyen de l'observateur. Wikipédia : *https://bit.ly/39dQtTB* (NDT).

[217] Comparez avec Fechner, *Psychophysik*, Leipzig, 1860, Vol. II, p. 433.

[218] Dvorak, « Ueber Analoga der persönlichen Differenz zwischen beiden Augen und den Netzhautstellen desselben Auges » (À propos des analogues de la différence personnelle entre les deux yeux et les zones rétiniennes du même œil), *Sitzber. d. königl, böhm. Gesellschaft der Wissenschaften* (*Math-naturw. Classe*), 8 mars, 1872.

[219] Communiquée par Dvorak, *loc. cit.*

[220] Le lecteur intéressé trouvera des expériences analogues sur le site « 123couleurs » : *https://bit.ly/3MNCQbw* (NDT).

L'attention retardée trouve le carré vu indirectement alors qu'elle est déjà au stade de l'image consécutive positive de Purkinje. Un tube de Geissler avec deux taches rouges vives à peu de distance l'une de l'autre, présente, au passage d'une seule décharge, le même phénomène[221].

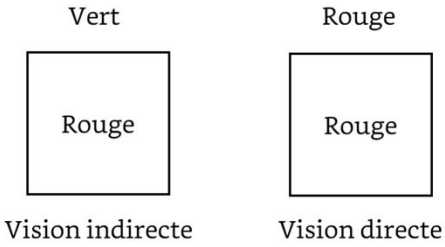


Fig. 34.

Le lecteur doit être renvoyé pour plus de détails à l'article de Dvorak. Ses expériences sur la combinaison stéréoscopique (binoculaire) d'impressions non simultanées sont particulièrement intéressantes[222]. Plus récemment Sandford[223] et Munsterberg[224] ont réalisé des expériences de ce genre.

5.

J'ai observé à plusieurs reprises un phénomène intéressant qu'il convient de citer ici. J'étais assis dans mon bureau, absorbé par le travail, tandis que dans une pièce adjacente des expériences d'explosions étaient en cours. Il m'arrivait régulièrement de reculer de surprise, *avant* de prendre conscience de l'explosion. L'attention étant particulièrement

[221] G. Heymans n'a pas pu réussir, dans un premier temps, cette dernière expérience, mais il s'est ensuite convaincu de l'exactitude de mon affirmation.

[222] *Op. cit.*, p. 2.

[223] Sandford, *American Journal of Psychology*, 1894, Vol. VI, p. 576.

[224] Munsterberg, *Psychological Review*, 1894, vol. I, p. 56.

inerte dans les rêves, naturellement les anachronismes les plus particuliers se produisent dans cet état, comme tout le monde l'a sans doute observé. Par exemple, nous rêvons d'un homme qui se précipite sur nous et tire, nous nous réveillons brusquement et nous apercevons l'objet qui, par sa chute, a produit tout le rêve. Or, il n'y a rien d'absurde à supposer que le stimulus acoustique entre simultanément par différentes voies nerveuses et y soit rencontré par l'attention dans un ordre inversé, tout comme, dans le cas mentionné ci-dessus, j'ai perçu d'abord l'excitation générale et ensuite j'ai pris conscience de l'explosion. Mais dans bien des cas, c'est sans doute une explication suffisante que de supposer l'imbrication d'une sensation avec la trame d'un rêve déjà présent.

6.

Si la consommation organique, ou d'ailleurs l'accumulation de matière-fatigue se faisait *immédiatement* sentir, on pourrait logiquement s'attendre à un renversement du temps dans les rêves. La difficulté disparaît si consommation et restitution sont considérées comme des processus hétérodromes au sens de Pauli (voir p. 78 ci-dessus). Les excentricités des rêves s'expliquent toutes par le fait que de nombreuses sensations et représentations n'entrent pas du tout dans la conscience, tandis que d'autres y entrent trop difficilement et trop tard. L'inertie de l'association est une caractéristique fondamentale des rêves. L'intellect ne dort souvent qu'en partie. Nous conversons très raisonnablement, en rêve, avec des personnes mortes depuis longtemps, mais sans aucun souvenir de leur mort.

Je parle à un ami d'une tierce personne, et cet ami est lui-même la troisième personne dont je parle. Nous réfléchissons, dans l'état de rêve, sur les rêves, et nous les reconnaissons comme tels à leurs excentricités, qui alors aussitôt cessent de nous troubler. Une fois, j'ai rêvé très vivement d'un moulin. L'eau coulait vers le bas, dans un

canal en pente, loin du moulin, et à proximité, dans un tel autre canal, vers le haut jusqu'au moulin. Je n'étais pas du tout troublé par la contradiction.

À une époque, très absorbé par le sujet de la sensation d'espace, je rêvais d'une promenade dans les bois. Soudain, je remarquai le déplacement défectueux de la perspective des arbres, et reconnus par-là que je rêvais. Les déplacements manquants, cependant, ont été immédiatement fournis. Encore une fois, en rêvant, j'ai vu dans mon laboratoire un gobelet rempli d'eau, dans lequel une bougie brûlait sereinement. « D'où tire-t-elle son oxygène ? » pensai-je. « Il est absorbé dans l'eau », fut la réponse. « Où vont les gaz produits lors de la combustion ? » Les bulles de la flamme montèrent dans l'eau, et j'étais satisfait.

W. Robert[225] a fait l'excellente observation que ce sont principalement les perceptions et les pensées, qu'à cause de quelque interruption nous n'avons pu mener à bien dans la journée, dont le fil est repris dans les rêves. Ainsi, je pouvais rapporter, avec une certitude presque complète, le rêve de la lumière dans l'eau à une certaine expérience dans mes conférences avec une lampe à charbon électrique sous l'eau[226], et le rêve du moulin à mes expériences avec l'appareil décrit p. 155 (Fig. 19) ci-dessus.

Les hallucinations visuelles jouent le rôle principal dans mes rêves. Je fais moins souvent des rêves acoustiques, même si j'entends clairement des conversations, le son des cloches et de la musique dans mes rêves[227]. Tous les sens, même le sens du goût, peuvent entrer en jeu dans les rêves, mais certains plus rarement que d'autres. Comme l'excitabilité réflexe est fortement augmentée dans l'état de rêve, et la

[225] W. Robert, *Ueber den Traum* (À propos du rêve), Hambourg, 1886.

[226] *Prinzipien der Wärmelehre* (Principes de la thermodynamique), 2e éd., 1900, p. 444.

[227] Wallaschek, « Das musikalische Gedächtnis » (La mémoire musicale), *Vierteljahrsschrift für Musikwissenschaft*, 1882, p. 204.

conscience d'autre part très affaiblie par l'inertie de l'association, on est capable de presque n'importe quel crime dans les rêves, et au stade de l'éveil on peut passer par les tourments les plus aigus. Quiconque se laisse affecter par de telles expériences doit entretenir de sérieux doutes sur la rigueur de notre méthode d'exercice de la justice, qui consiste à réparer une misère par une seconde, la seconde s'ajoutant à la première au moyen d'un procédé révoltant, parce que délibéré, cruel et solennel.

Je ne voudrais pas laisser passer cette occasion de recommander au lecteur l'excellent livre de Marie de Manacéïne[228, 229]. Ce qui a été dit plus haut sur l'insuffisance des associations temporaires comme explication de la vie psychique (voir pp. 210, 250-1) vaut aussi pour l'état de rêve. Il faut ajouter que les moindres traces de quelque chose qui a longtemps été oublié pour la conscience éveillée, les moindres troubles de la santé et de l'humeur qui doivent passer à l'arrière-plan pendant l'agitation de la journée, peuvent se faire sentir dans les rêves. Dans sa *Philosophie der Mystik* (1885, p. 123), Du Prel compare poétiquement ce processus à la manière dont le firmament étoilé légèrement scintillant devient visible lorsque le soleil s'est couché. Ce livre contient de nombreux passages d'une perspicacité remarquable et profonde. L'homme de science, en particulier, dont le sens critique est dirigé vers l'objet de recherche praticable le plus proche, le lit avec plaisir et profit, sans se laisser égarer par le penchant de l'auteur pour le fantastique, le miraculeux et l'extraordinaire.

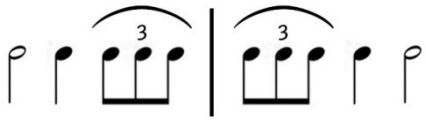
---

[228] M. de Manacéïne, *Sleep: its physiology, pathology, hygiene, and psychology* (Le sommeil : sa physiologie, sa pathologie, son hygiène et sa psychologie), Londres, 1897.

[229] Marie de Manacéïne (1841-1903), est médecin, traductrice, vulgarisatrice et révolutionnaire russe, pionnière de l'étude du sommeil. Wikipédia : *https://bit.ly/3mBGcUu* (NDT).

7.

Si la sensation de temps est liée à la croissance de la consommation organique ou à la croissance tout aussi continue de l'effort qui suit l'attention, alors on comprend pourquoi le temps physiologique n'est pas réversible, pas plus que le temps physique, mais qu'il se déplace dans une seule direction. Tant que nous sommes à l'état de veille, la consommation et le travail d'attention ne peuvent qu'augmenter, non diminuer.



Les deux mesures de musique ci-dessus présentent une symétrie à l'œil et à l'entendement, mais n'offrent rien de semblable quant à la sensation du temps. Dans le domaine du rythme, et du temps en général, il n'y a pas de symétrie.

8.

C'est peut-être une conception évidente et naturelle, bien qu'encore imparfaite, que de considérer « l'organe de la conscience » comme capable, dans une faible mesure, de toutes les énergies spécifiques, dont chaque organe des sens n'est capable de déployer que quelques-unes. Ainsi en est-il du caractère ténébreux et évanescent de la représentation par rapport à la sensation, par laquelle elle doit être constamment nourrie et rafraîchie. De là aussi la capacité de l'organe de la conscience à servir de pont de liaison entre toutes les sensations et tous les souvenirs. À chaque énergie spécifique de l'organe de la conscience, il faudrait donc concevoir encore une autre énergie particulière, la sensation du temps, associée, de sorte qu'aucune des premières ne puisse être excitée sans la seconde. Si cette nouvelle énergie

apparaissait physiologiquement superflue et seulement inventée *ad hoc*, on pourrait tout de suite lui assigner une fonction physiologique importante. Et si cette énergie entretenait le flux sanguin qui alimente les parties du cerveau dans leur travail, guidait ce courant vers sa destination, et le régulait ? Notre conception de l'attention et de la sensation-temps recevrait alors une base très matérielle. Le fait qu'il n'y a qu'un seul temps cohérent deviendrait également intelligible, puisque l'attention partielle accordée à un sens est toujours tirée de l'attention totale, et est déterminée par elle.

Une telle théorie est fortement suggérée par les travaux de Mosso sur la pléthysmographie et par ses observations sur la circulation du sang dans le cerveau[230]. William James donne un assentiment prudent à cette conjecture[231]. James indique qu'il serait souhaitable de la mettre sous une forme plus précise et détaillée, mais je n'ai malheureusement pas pu le faire.

9.

En écoutant plusieurs coups semblables d'une cloche, on peut les distinguer en mémoire les uns des autres et aussi les compter en mémoire, pourvu qu'ils soient peu nombreux. Si le nombre est grand, cependant, on distingue les derniers les uns des autres, mais pas les premiers. Dans ce cas, si nous ne commettons pas d'erreur, nous devons les compter immédiatement après qu'ils ont été émis, c'est-à-dire que nous devons volontairement relier chaque coup à un symbole ordinal. Le phénomène est parfaitement analogue à celui que nous observons dans le domaine du sens de l'espace, et

[230] Mosso, *Kreislauf des Blutes im Gehirn* (Circulation du sang dans le cerveau), Leipzig, 1881. Cf. aussi Kornfeld, *Ueber die Beziehung von Atmung und Kreislauf zur geistigen Arbeit* (Sur la relation de la respiration et de la circulation au travail mental), Brünn, 1896.

[231] W. James, *Psychology*, Vol. I, p. 635.

s'explique par le même principe. En marchant en avant, nous avons une nette sensation de nous éloigner d'un point de départ, mais la mesure physiologique de cet éloignement n'est pas proportionnelle à la mesure géométrique. De la même manière, le temps physiologique écoulé est sujet à une contraction de perspective, ses éléments individuels devenant de moins en moins distincts[232].

10.

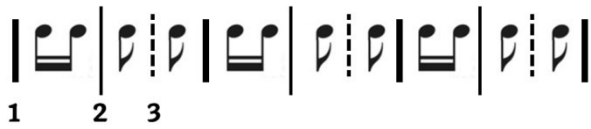
S'il existe une sensation temporelle particulière, il va sans dire que l'identité de deux rythmes sera immédiatement reconnue. Mais il ne faut pas oublier que deux rythmes identiques physiquement peuvent apparaître physiologiquement très différents, de même qu'une même figure d'espace, par changement de position, peut donner naissance à des formes spatiales physiologiques différentes. Le rythme représenté par les notes suivantes, par exemple, apparaît tout autre suivant comme nous considérons les lignes verticales, courtes et épaisses, ou longues et minces, ou les en pointillés, comme marquant les mesures. Ceci est évidemment lié au fait que l'attention (guidée par l'accentuation) se pose en 1, 2 ou 3, c'est-à-dire que les sensations de temps correspondant aux battements successifs sont comparées à différentes sensations initiales.

Lorsque tous les temps d'un rythme se prolongent ou se raccourcissent, un rythme semblable apparaît qui, cependant, ne peut être ressenti comme semblable que

[232] Cf. pp. 143-4.

lorsque la prolongation ou le raccourcissement ne dépasse pas la limite imposée par la sensation immédiate du temps.

Le rythme représenté dans le schéma suivant apparaît physiologiquement similaire au précédent, mais seulement lorsque des mesures marquées de manière similaire sont prises par deux – c'est-à-dire, lorsque l'attention se porte à des moments homologues.



Deux constructions physiques du temps peuvent être qualifiées de similaires lorsque toutes les parties de l'une sont dans le même rapport entre elles que les parties homologues de l'autre. Mais la similarité physiologique n'apparaît que lorsque la condition ci-dessus est également remplie. De plus, autant que je puisse en juger, on ne reconnaît l'identité des rapports temporels de deux rythmes que lorsque les mêmes sont capables d'être représentés par de très petits nombres entiers. Ainsi nous ne remarquons vraiment tout de suite que l'identité ou la non-identité de deux temps, et, dans ce dernier cas, nous ne reconnaissons le rapport des deux qu'au fait qu'une partie est exactement contenue dans l'autre. Ici nous avons une explication du fait que, en marquant le temps, le temps est toujours divisé en parties absolument égales[233].

La conjecture s'impose ainsi à nous, que la sensation du temps est étroitement liée à des processus répétés périodiquement ou rythmiquement. Mais il est à peine susceptible d'être prouvé, bien que la tentative ait été faite dans certains milieux, que la mesure du temps en général soit basée sur la respiration ou sur le pouls. Ces questions,

[233] La similitude des figures d'espace se ferait sentir, selon cette théorie, beaucoup plus immédiatement que la similitude des rythmes.

cependant, ne sont pas simples. De nombreux processus, bien sûr, se déroulent rythmiquement dans le corps des animaux, sans qu'il nous soit possible de leur attribuer un sens particulier au temps, au rythme ou au battement. Lorsqu'un couple de chevaux passe devant ma maison, j'entends longtemps la coïncidence et l'alternance des battements de sabots des deux chevaux qui s'estompent au loin à intervalles réguliers. Ainsi chaque cheval tient son temps sans se soucier de celui de l'autre cheval, et sans s'adapter à l'autre. Deux hommes harnachés trouveraient cela presque intolérable. Wallaschek mentionne la déficience du sens du temps chez les chevaux, ainsi que la difficulté d'en conserver l'apparence dans les spectacles de cirque. Ce ne peut guère être sur les processus corporels plus grossiers que la sensation du temps est immédiatement basée. Il faut probablement la rapporter plutôt à une sensibilité psychique supérieure, en vertu de laquelle une circonstance psychique insignifiante détermine l'attention à remarquer un processus autrement indifférent. Mais lorsque les processus qui maintiennent le temps sont soigneusement observés, – et que cette observation implique toujours une certaine dose de coopération et d'imitation, – les fonctions psychiques, et finalement les fonctions corporelles plus grossières elles-mêmes, s'adaptent alors au temps[234].

Le Dr R. Wlassak m'a communiqué dans une conversation une remarque que je reproduirai dans ses propres mots : « Lorsque les sensations sont liées à une coloration émotionnelle vive, les valeurs de temps sont toujours nettement diminuées ; ce fait est conforme à l'hypothèse que la sensation de temps dépend de la consommation organique. La règle vaut à la fois pour des périodes de temps remplies de

[234] Wallaschek, *Anfänge der Tonkunst* (Les débuts de l'art musical), Leipzig, 1903, pp. 270-1. Ce livre, en édition allemande abondamment illustrée d'un livre anglais du même auteur (*Primitive Music*, Londres, 1903), contient de nombreuses observations très précieuses sur les questions discutées dans ce chapitre et dans les chapitres suivants.

sensations et pour celles remplies de sensations désagréables. D'autre part, les sensations qui oscillent autour des valeurs d'indifférence de la coloration émotionnelle sont liées à des sensations de temps relativement indistinctes. Ces faits indiquent que les processus nerveux appartenant aux sensations de temps et aux émotions offrent respectivement certaines analogies.

« En effet, toute tentative d'élaboration d'une théorie physiologique des émotions met les émotions en rapport avec la consommation ; comme cela se fait, par exemple, dans la théorie des émotions de Meynert ou d'Avenarius. »

13. LES SENSATIONS SONORES

1.

En ce qui concerne les sensations sonores, aussi, nous sommes limités principalement à l'analyse psychologique. Comme auparavant, le début d'une recherche est tout ce que nous pouvons offrir[235].

Parmi les sensations sonores qui ont pour nous la plus grande importance figurent celles excitées par la voix humaine, en tant qu'expression de plaisir et de douleur, expression de la volonté et de la communication de pensées par la parole, etc. Il ne fait pas de doute que la voix et l'organe de l'ouïe entretiennent une relation étroite l'un avec l'autre. La forme la plus simple et la plus distincte sous laquelle les sensations sonores révèlent leurs caractéristiques remarquables est la musique. La volonté, l'émotion, l'expression et la sensation sonores ont certainement une forte connexion physiologique. Il y a beaucoup de vrai dans la remarque de Schopenhauer[236] que la musique représente la

---

[235] Hormis les détails, j'ai soutenu la position prise ici depuis 1865. Stumpf, que je dois ici remercier pour l'examen répété de mon travail, a de nombreux points de détail qui me plaisent (*Tonpsychologie*, Leipzig, 1883, Vol. I). L'opinion exprimée à la page 119 de son ouvrage, cependant, semblait incompatible avec le principe de parallélisme, mon axiome fondamental de recherche ; bien que la remarque qu'il dirige contre Lipps (*Beiträge zur Akustik* (Contributions à l'acoustique), Vol. I, p . 47, note de bas de page), représente une approximation de mon point de vue. Comparez ma note, « Zur Analyse der Tonempfindungen » (De l'analyse des sensations sonores), *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, Vol. XCII, II. Abth., p. 1282 (1895).

[236] Schopenhauer, *Le Monde comme volonté et comme représentation*.

volonté, et en fait généralement dans la désignation de la musique comme langage de l'émotion ; bien que ce ne soit pas toute la vérité.

2.

En suivant le précédent de Darwin, H. Berg a, pour le dire brièvement, tenté de faire dériver la musique des cris amoureux des singes[237]. Il faut être aveugle pour ne pas reconnaître le service rendu et l'éclairage véhiculé par les travaux de Darwin et de Berg. Même de nos jours, la musique a le pouvoir de toucher les cordes sexuelles et est, en fait, largement utilisée dans les fréquentations. Mais quant à la question en quoi consiste la qualité agréable de la musique, Berg ne fait aucune réponse satisfaisante. Et vu qu'en théorie musicale il adopte la position d'Helmholtz sur l'évitement des coups et suppose que les mâles qui hurlaient le moins désagréablement recevaient la préférence, on peut être en droit de se demander pourquoi les plus intelligents de ces animaux n'étaient pas incités à garder complètement le silence.

L'importance de retracer le lien d'un phénomène biologique donné avec la préservation de l'espèce et d'indiquer son origine phylogénétique ne peut être sous-estimée. Mais il ne faut pas s'imaginer qu'en accomplissant cela on a résolu tous les problèmes liés au phénomène. Certes, personne ne songera à expliquer l'élément de plaisir dans la sensation sexuelle spécifique en montrant sa connexion avec la conservation de l'espèce. Nous devrions être plus enclins à reconnaître que l'espèce est préservée parce que la sensation sexuelle est agréable. Bien que la musique puisse en fait rappeler à notre organisme la fréquentation d'ancêtres éloignés, elle doit, si elle n'a jamais été utilisée pour courtiser, avoir contenu au début une certaine qualité positive agréable,

[237] H. Berg, *Die Lust an der Musik* (La passion de la musique), Berlin, 1879.

qui, bien sûr, peut être renforcée à l'heure actuelle par ce souvenir. Pour prendre un cas analogue de la vie individuelle, l'odeur d'une lampe à huile qui s'éteint me rappelle presque toujours agréablement la lanterne magique qui excitait mon émerveillement d'enfant. Pourtant en soi l'odeur de la lampe n'en est pas moins dégoûtante pour cette raison. Ni l'homme qui, à partir du parfum des roses, est rappelé à une expérience agréable, ne croit pas, pour cela, que le parfum n'était pas précédemment agréable. Le gain de plaisir s'est fait par association[238]. Et si le point de vue en question ne peut pas suffisamment expliquer la qualité agréable de la musique en soi, elle peut assurément encore moins contribuer à la solution de questions spéciales, comme, par exemple, pourquoi, dans un cas donné, une quarte est préférée à une quinte.

3.

On obtiendrait une vue plutôt unilatérale des sensations sonores si l'on ne considérait que le domaine de la parole et de la musique. Les sensations sonores ne sont pas seulement un moyen de communiquer des idées, d'exprimer le plaisir et la douleur, de distinguer les voix des hommes, des femmes et des enfants ; elles ne sont pas de simples signes de l'effort ou de la passion éprouvés par la personne qui parle ou qui appelle ; elles constituent aussi le moyen par lequel nous distinguons les grands et les petits objets en les sonnant, entre le pas des grands et des petits animaux. Les sons les plus aigus, ceux-là mêmes que les organes vocaux de l'homme ne peuvent produire, sont vraisemblablement d'une extrême importance pour la détermination de la direction d'où proviennent les sons[239]. En effet, il est plus que

[238] Fechner, notamment, a souligné l'importance de l'association pour l'esthétique.

[239] Mach, « Bemerkungen über die Function der Ohrmuschel » (Remarques sur la fonction de l'oreillette), *Archiv für*

vraisemblable que ces dernières fonctions de sensations sonores ont précédé, dans le monde animal, de longue date, celles qui ne font que jouer un rôle dans la vie sociale des animaux. En inclinant un morceau de carton devant l'oreille, chacun peut se convaincre que seuls les bruits contenant des sons très aigus, tels que le bruissement et le sifflement d'une flamme de gaz, d'une chaudière à vapeur ou d'une chute d'eau, sont modifiés par réflexion selon la position du carton, et que les sons graves y restent totalement insensibles. Cela montre que ce n'est qu'en vertu de leur effet sur les aigus que les deux pavillons auriculaires peuvent servir d'indicateurs de direction.[240]

4.

Il n'est personne qui ne reconnaisse avec joie l'avancée décisive opérée par Helmholtz dans l'analyse des sensations auditives[241], à la suite des importants travaux de ses prédécesseurs, Sauveur, Rameau, R. Smith, Young, Ohm, et d'autres[242]. D'après ses principes, on reconnaît dans les bruits des combinaisons de tonalités musicales, dont le nombre, la hauteur et l'intensité varient avec le temps. Dans les sons

---

Ohrenheilkunde de Tröltsch, New Series, Vol. III, p 72). – Comparez également Mach et Fischer, « Die Reflexion und Brechung des Schalles » (La réflexion et la réfraction du son), *Pogg. Ann.*, Vol. CXLIX, p. 221 ; A. Steinhauser, Theorie des binaurealen Hörens (Théorie de l'audition binaurale), Vienne, 1877.

[240] J'ai eu une fois l'occasion d'observer que des marmottes apprivoisées, tout à fait insensibles aux bruits graves et forts, s'effrayaient tout à coup et se précipitaient toujours pour se cacher, chaque fois que quelqu'un produisait un bruit aigu en frottant de la paille ou en faisant craquer du papier. Les enfants de quelques mois sont également très sensibles à ces bruits.

[241] Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen (Théorie des sensations sonores), 1re éd., Brunswick, 1863.

[242] Cf. « Zur Geschichte der Akustik », dans mon *Populär-wissenschaftliche Vorlesungen*.

musicaux composés, ou claquements, on entend généralement, avec le *n* fondamental, les harmoniques ou inharmoniques *2n*, *3n*, *4n*, etc., dont chacune correspond à de simples vibrations pendulaires. Si deux tels sons musicaux, dont les taux fondamentaux de vibration *n* et *m* correspondent, se combinent mélodiquement ou harmoniquement, il peut en résulter, si certaines relations de *n* et *m* sont satisfaites[243], une coïncidence partielle des harmoniques, d'où dans le premier cas la relation des deux sons est rendue perceptible, et dans le second une diminution des battements s'opère. Tout cela est incontestable, bien qu'on ne puisse le considérer comme exhaustif.

Nous pouvons également donner notre assentiment à la théorie physiologique de l'audition de Helmholtz. Les faits observés sur le son simultané de notes simples rendent hautement probable qu'il existe, correspondant à la série de taux de vibration, une série d'organes nerveux terminaux, de sorte que pour tous les différents taux de vibration, il y a différents organes terminaux, dont chacun ne répond qu'à quelques taux de vibration étroitement adjacents. D'autre part, les théories physiques de Helmholtz sur la fonction du labyrinthe se sont révélées insoutenables. Je reviendrai sur ce point.

5.

Si l'on suppose avec Helmholtz que tous les bruits peuvent se ramener à des sensations sonores variant en durée, il paraît superflu de chercher plus avant un organe auditif spécial pour les bruits, et Helmholtz lui-même renonça bientôt à un procédé aussi inconséquent. Il y a longtemps (au cours de l'hiver 1872-1873), j'ai abordé la question de la relation des bruits (en particulier celle des coups aigus) aux tons musicaux, et j'ai trouvé que tous les degrés de transition

[243] La $p^{\text{ième}}$ harmonique de *n* coïncide avec la $q^{\text{ième}}$ de *m* lorsque $pn = qm$, c'est-à-dire $m = (p / q)$ n, où *p* et *q* sont des nombres entiers.

entre les deux peuvent être démontrés. Une tonalité de cent vingt-huit vibrations entières, entendue à travers une petite fente radiale dans un disque tournant lentement, se contracte en un coup bref et aigu (ou coup faible) de hauteur très indistincte, lorsque sa durée est réduite à deux à trois vibrations, tandis qu'entre quatre à cinq vibrations, la hauteur est encore parfaitement distincte. D'autre part, avec une attention suffisante, une tonalité, même si elle n'est pas très nette, peut être détectée dans un coup même lorsque celui-ci est produit par un mouvement apériodique de l'air (l'onde d'une étincelle électrique, l'explosion de bulles de savon remplies de *2H+O*). Nous pouvons facilement nous convaincre, en outre, que dans un piano dont l'étouffoir a été soulevé, les grosses bulles qui explosent excitent principalement les vibrations en résonnance avec les cordes graves, tandis que les petites bulles affectent principalement les cordes aiguës. Ce fait, me semble-t-il clair, démontre qu'un même organe peut être le médiateur à la fois de la sensation sonore et de la sensation de bruit.

Nous devons imaginer que de faibles mouvements apériodiques de l'air de courte durée excitent tout, quoique de préférence les organes terminaux petits et plus mobiles, tandis que des mouvements plus puissants et plus durables de l'air excitent également les organes terminaux plus grands et plus inertes qui, de moins en moins amortis, effectuent des vibrations de plus grande amplitude et se font donc remarquer. De plus, même dans le cas de mouvements périodiques, en comparaison, relativement faibles de l'air, le stimulus apparaît, par une accumulation d'effets, dans un registre défini de la série des organes terminaux[244]. La

[244] J'ai rendu compte d'une partie de mes expériences, qui faisaient suite aux recherches de Dvorak sur les images rémanentes dues aux variations de stimulus (1870), dans le numéro d'août de *Lotos*, 1873. Je n'ai encore jamais mentionné les expériences relatives à l'excitation des notes de piano par des explosions. Il sera peut-être intéressant de le faire ici. Ffaundler, S. Exner, Auerbach, Brücke, W.

sensation excitée par un coup de hauteur grave ou aiguë est qualitativement la même que celle produite en frappant à la fois un grand nombre de touches de piano adjacentes, hautes ou basses dans la gamme, seulement plus intenses et de plus courte durée. De plus, dans l'excitation unique produite par un coup, les battements liés aux excitations intermittentes périodiques sont éliminés.

6.

L'ouvrage de Helmholtz excita l'admiration générale dès sa première parution ; mais ces dernières années, il a été soumis à diverses attaques critiques, et il semble presque autant sous-estimé maintenant qu'il était surestimé à l'origine. Physiciens, physiologistes et psychologues ont eu près de quarante ans pour tester les trois différents aspects de la théorie, et cela aurait été une merveille s'ils n'avaient pas découvert ses points faibles. Sans prétendre à l'exhaustivité, nous allons maintenant en examiner les principales objections critiques, en regroupant d'abord les objections qui ont été soulevées du côté physique et physiologique, et, en second lieu, celles des psychologues.

Helmholtz a supposé, pour des raisons psychologiques et physiques, que l'oreille interne consiste en un système de résonateurs, qui distingue les membres de la série de Fourier, correspondant à la forme de vibration présentée, et les entend comme des tonalités partielles[245]. De ce point de vue, la relation entre les phases des vibrations partielles ne peut exercer aucune influence sur la sensation. À l'encontre de cette opinion, König[246], éminent spécialiste de l'acoustique, a

---

Kohlrausch, Abraham et Brühl, et d'autres, ont ensuite traité les mêmes questions en détail et sous des points de vue divers.

[245] Elles correspondent aux harmonies inharmoniques, c'est-à-dire à du bruit au lieu d'un son musical : *https://apple.co/3xELV0I* en anglais (NDT).

[246] R. König, *Quelques expériences d'acoustique*, Paris, 1882.

essayé de prouver que le simple déplacement des phases des vibrations pendulaires partielles provoque un changement dans l'impression sensorielle ou « couleur sonore ». L. Hermann[247] a cependant réussi à montrer que lorsque le sens de marche d'un phonographe est inversé, il n'en résulte aucun changement de couleur sonore. Selon Hermann, les bandes sinueuses individuelles de l'onde d'une sirène de König ne produisent pas de tonalités simples, et les conclusions de König doivent donc être basées sur une présupposition erronée[248]. Cette difficulté peut donc être considérée comme levée.

Les phénomènes liés à la combinaison des tons ne sont pas si facilement explicables du point de vue de Helmholtz. Young supposait que les battements d'une rapidité suffisante pouvaient eux-mêmes être entendus comme des tons, – c'est-à-dire qu'ils devenaient des tons composés. Mais puisqu'il est impossible d'exciter un résonateur au moyen de battements, au rythme desquels il est accordé, mais seulement au moyen de tonalités, il serait impossible, selon la théorie de la résonance, d'entendre des tonalités composées. Helmholtz a donc postulé dès le départ que les sons composés doivent être

[247] L. Hermann, « Zur Lehre von der Klangwahrnehmung » (Sur la théorie de la perception sonore), *Archiv* de Pflüger, Vol. LVI, 1894, p. 467.

[248] Dès 1867, j'ai institué des expériences avec un type spécial de sirène, très similaire à l'un des appareils de König. L'enveloppe d'un cylindre était munie d'anneaux dans lesquels étaient découpées des feuillets en forme de vague par paires similaires capables de se déplacer mutuellement l'un vers l'autre, de sorte que l'intensité et la phase du ton partiel étudié pouvaient être modifiées à volonté. Mais il est apparu expérimentalement que les fentes en forme d'onde ne produisaient pas de tons simples lorsque l'air était soufflé contre elles à travers une fente parallèle à l'ordonnée des vagues. Comme mon appareil était encore assez imparfait et ne remplissait pas son but, qui était de composer un son à partir de tons partiels d'intensité et de phase données, je n'ai publié aucun compte rendu de ces expériences.

expliqués soit objectivement au moyen de sons puissants en vertu de l'écart de vibrations similaires par rapport à la linéarité, – soit subjectivement au moyen de conditions asymétriques ou non linéaires de vibration des parties résonnantes de l'oreille interne. Or König[249] n'a pas réussi à prouver l'existence de tons composés objectifs, mais a découvert en revanche que, même entre des tons très éloignés les uns des autres, il y a des battements qui peuvent invariablement être entendus comme des tons particuliers lorsque la séquence est suffisamment rapide. Hermann[250] a détecté des tons composés avec des tons coopérants d'une telle faiblesse, que les tons composés semblent entièrement inexplicables par la théorie de Helmholtz, que ce soit objectivement ou subjectivement. Hermann soutient donc le point de vue, s'associant sur ce point avec König, que l'oreille réagit non seulement aux vibrations ondulatoires, mais aussi, avec une sensation déterminée par la durée de la période, à toute espèce de périodicité.

---

[249] König, *op. cit.* Il obtenait ses sons à l'aide d'un diapason très puissant, et je n'ai pu m'empêcher de conjecturer, lors de la parution de son livre, qu'en liaison avec ses observations des battements, les harmoniques entraient en jeu de diverses manières. Depuis lors, Stumpf a effectivement démontré la coopération de telles harmoniques (*Annalen* de Wiedemann, Nouvelle Série, Vol. LVII, p. 660). Ainsi la théorie de Helmholtz est préservée de ce côté. Pourtant, l'objection demeure que les tons composés objectifs n'existent pas (König, Hermann), et que les tons composés subjectifs se produisent dans des circonstances qui ne sont pas compatibles avec la théorie de Helmholtz (Hermann). Cf. aussi M. Meyer, « Zur theorie der Differenztöne und der Gehörsempfindungen Ueberhaupt » (Sur la théorie des différences de tons et des sensations auditives en général), *Zeitschrift für Psychologie*. Vol. XVI, p. 1.

[250] Hermann, « Zur Theorie der Kombinationstöne » (Sur la théorie des combinaisons de tons), *Archiv* de Pflüger, Vol. XLIX, 1891, p. 499.

La théorie de la résonance physique semble, en tout cas, dans sa forme originale, insoutenable ; mais Hermann[251] pense qu'elle peut être remplacée par une théorie de la résonance physiologique. Je traiterai plus tard de ce point de vue, ainsi que de la nouvelle théorie physique de l'audition d'Ewald.

7.

Passons maintenant aux principales objections faites à Helmholtz du point de vue psychologique. L'absence de facteur positif dans l'explication de la consonance a été très généralement ressentie, la simple absence de battements n'étant pas considérée comme une caractérisation suffisante et satisfaisante de l'harmonie. Ainsi A. v. Oettingen[252] sent le besoin de quelque élément positif exprimé caractéristique de chaque intervalle (p. 30), et refuse de considérer la valeur d'un intervalle comme dépendante de l'accident physique des harmoniques contenues dans les sons. Il croit que l'élément positif en question doit être trouvé dans le souvenir d'accompagnement du ton fondamental commun (ou tonique), comme les harmoniques dont les notes composites ou les sons de l'intervalle se sont souvent produits, ou dans le *souvenir* d'accompagnement de l'harmonique commune (ou phonique)[253] appartenant aux deux (pp. 40, 47). Du côté négatif de ses critiques, je suis tout à fait d'accord avec Von Oettingen. Mais le « souvenir » ne remplit pas tout à fait le besoin de la théorie, car la consonance et la dissonance ne relèvent pas de l'activité représentative, mais de la sensation. Mon opinion est donc que la conception d'A. von Oettingen

[251] Hermann, *Archiv* de Pflüger, vol. LVI , p. 493.

[252] *Harmoniesystem in dualer Entwicklung* (Système harmonique en double développement), Dorpat, 1866), p. 30.

[253] La plus basse des harmoniques communes à tous, je l'appelle l'harmonique coïncidente ou phonique. – Von Oettingen, *Harmoniesystem in dualer Entwicklung*, p. 32. Cité par le traducteur.

est physiologiquement inadéquate. Son énonciation du principe de dualité, cependant (ou du principe de la relation tonique et phonique des notes composées), comme aussi sa conception des dissonances comme des sons musicaux composés indéterminés admettant plus d'une interprétation (p. 224), me semblent être des services précieux et positifs rendus à la science[254].

8.

Stumpf a dans divers écrits critiqué la doctrine de Helmholtz avec une grande pénétration[255]. Il met en cause, en premier lieu, les deux définitions différentes que Helmholtz donne de la consonance, – la définition par disparition des temps, et la définition par coïncidence des tons partiels, – soulignant que la première est inapplicable et non caractéristique de la séquence mélodique, et la seconde inapplicable et non caractéristique de la combinaison harmonique. Un pur triple note composé, intermittent selon la nature des battements, n'est pas une dissonance. En revanche, on peut citer des exemples de sonorités simultanées de sons éloignés les uns des autres, qui produisent une violente dissonance, bien que les battements deviennent imperceptibles. Si l'on distribue

[254] Une déclaration populaire du principe de dualité, dont Euler *Tentamen novæ theoriæ musicæ* (Une nouvelle théorie musicale), 1739, p. 103), D'Alembert (*Elémens de musique*, Lyon, 1766), et Hauptmann (*Die Natur der Harmonik und Metrik* (La nature des harmoniques et des métriques), Leipzig, 1853, traduction par W. E. Heathcote, Londres, Swan Sonnenschein & Co., 1888), avaient tous une vague idée, se trouve dans mes *Popular Scientific Lectures* (Chicago, 1894), sous le titre « Symmetry » (initialement publié en 1872). La symétrie parfaite, telle qu'on la trouve dans le domaine de la vue, ne se conçoit pas en musique, puisque les sensations de timbre ne constituent pas un système symétrique.

[255] Je suis ici principalement le *Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft* (Contributions à l'acoustique et à la musicologie), N° 1, Leipzig, 1898 de Stumpf.

deux notes du diapason une à chaque oreille, les battements s'effacent certes beaucoup, mais sans que la distinction entre consonance et dissonance ne s'amoindrisse. Les tonalités entendues subjectivement, comme les bourdonnements dans les oreilles, peuvent également être ressenties comme des dissonances, bien sûr sans que les battements soient entendus. Les tons, enfin, qui sont simplement représentés, apparaissent aussi comme consonants et dissonants, sans que la représentation des battements joue un rôle essentiel dans le processus. La coïncidence des tons partiels finit par disparaître, lorsqu'aucune harmonique n'est présente, sans nécessairement faire disparaître la distinction entre dissonance et consonance.

Je passerai sur la polémique de Stumpf contre l'explication de la consonance par le comptage inconscient, point de vue qui trouvera probablement peu de partisans[256]. On admettra aussi volontiers que l'agréabilité n'est pas une propriété suffisamment caractéristique de la consonance, puisque c'est une propriété qui, dans certaines circonstances, peut tout aussi bien appartenir à la dissonance.

Stumpf lui-même trouve la marque caractéristique de la consonance dans le fait que deux tons, lorsqu'ils sont sonnés ensemble, se rapprochent, parfois plus et parfois moins, de l'impression d'un seul ton. Il définit la consonance au moyen de la « fusion », rappelant, pour ainsi dire, les vues répandues

[256] De telles explications ont été tentées par Leibniz et Euler, et ont été relancées plus récemment par Oppel, plus tard par Lipps (*Psychologische Studien*, 1885), et enfin, dans un certain nombre d'ouvrages volumineux, par A. J. Polak (*Ueber Zeiteinheit in bezug auf Konsonanz, Harmonie und Tonalität* (Sur l'unité de temps en relation avec la consonance, l'harmonie et la tonalité), Leipzig, 1900 ; *Ueber Tonrhythmik und Stimmführung* (À propos du rythme de tonalité et de la direction de la voix), Leipzig, 1902 ; *Die Harmonisierung indischer, türkischer und japanischer Melodien* (L'harmonisation des mélodies indiennes, turques et japonaises), Leipzig, 1905).

dans l'Antiquité, dont il donne un historique exhaustif[257]. Helmholtz n'est pas non plus étranger à cette théorie ; il en discute, mais pense avoir donné la première explication correcte de la fusion des notes.

Les expériences statistiques de Stumpf montrent qu'une fusion de tons a lieu dans la consonance. Si deux tons sont émis simultanément, les personnes non musicales les confondent avec un seul ton avec une fréquence proportionnelle à la mesure dans laquelle ils sont consonants. Stumpf n'essaie pas de dissimuler la nécessité d'une explication supplémentaire de la fusion. Si c'est la ressemblance qui fait fusionner les tons, alors ce doit être un type de ressemblance différent de celui dont dépend la séquence des tons dans une série, puisque cette dernière ressemblance décroît continûment avec la distance des tons les uns aux autres. Mais comme une telle seconde relation de similitude lui paraît purement hypothétique, il préfère imaginer une explication physiologique d'un autre genre. Il suppose que, lorsque deux tons, dont les taux de vibration se tiennent l'un à l'autre dans un rapport relativement simple, sont entendus simultanément, les processus cérébraux qui ont lieu sont liés par une relation plus étroite de synergie spécifique que lorsque le rapport des taux des vibrations est plus compliqué[258]. Des tons qui se succèdent peuvent fusionner. Bien que la musique polyphonique est historiquement précédée par la musique homophonique, pourtant Stumpf considère qu'il est probable que même dans le cas de la musique homophonique, le choix de la gamme ait été guidé par l'expérience de l'écoute simultanée des tons. Sur tous les points essentiels, il est impossible de ne pas être d'accord avec la critique de Stumpf.

---

[257] C. Stumpf, « Geschichte des Konsonanzbegriffes » (Histoire du concept de consonance), *Abhandlungen der Münchener Akademie*, 1897.

[258] C. Stumpf, *Beiträge zur Akustik*, N° 1, p. 50.

9.

J'avais moi-même, dès 1863[259], et aussi plus tard[260], fait quelques remarques critiques sur la théorie de Helmholtz, et en 1866, dans un petit ouvrage[261] paru peu avant celui de von Oettingen, j'ai très nettement relevé quelques exigences qu'une théorie plus parfaite du sujet aurait à satisfaire. J'ai développé ces remarques plus en détail dans la première édition de ce livre (1886).

Partons de l'idée qu'il existe une série d'organes terminaux nettement gradués, dont les membres, à mesure que le taux de vibration augmente, donnent successivement leur réponse maximale, et attribuons à chaque organe terminal son énergie particulière (spécifique). Il y a alors autant d'énergies spécifiques qu'il y a d'organes terminaux, et autant de taux vibratoires que nous distinguons par le sens de l'ouïe.

De plus, non seulement nous distinguons les tons, mais nous les ordonnons également en série. De trois tons de hauteur différente, nous reconnaissons immédiatement celui du milieu comme tel.

Nous sentons immédiatement quels taux de vibration sont les plus rapprochés et lesquels sont les plus éloignés. Cela s'explique assez facilement pour les tons adjacents. Car, si nous représentons symboliquement les amplitudes de vibration d'un certain ton par les ordonnées de la courbe *a b c*, Fig. 35, et imaginez cette courbe déplacée graduellement dans le sens de la flèche, alors, comme nécessairement plusieurs organes donnent toujours des réponses

---

[259] Mach, « Zur Theorie des Gehörorgans » (Sur la théorie de l'organe de l'ouïe), *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, 1863.

[260] Cf. mon « Bemerkungen zur Lehre vom räumlichen Sehen » (Remarques sur la théorie de la vision spatiale), *Fichte's Zeitschrift für Philosophie*, 1865), et voir mes *Popular Scientific Lectures*.

[261] *Einleitung in die Helmholtzsche Musiktheorie* (Introduction à la théorie musicale de Helmholtz), Graz, 1866. Voir la Préface et les pp. 23s, 46 et 48.

simultanées, les sons voisins auront toujours des excitations faibles et communes. Mais des tons plus éloignés possèdent aussi une certaine similitude ; et même entre les tons les plus hauts et les plus bas nous pouvons déceler une ressemblance. Par conséquent, conformément au principe de recherche qui nous guide, nous sommes obligés de supposer dans *toutes* les sensations sonores des parties composantes communes.

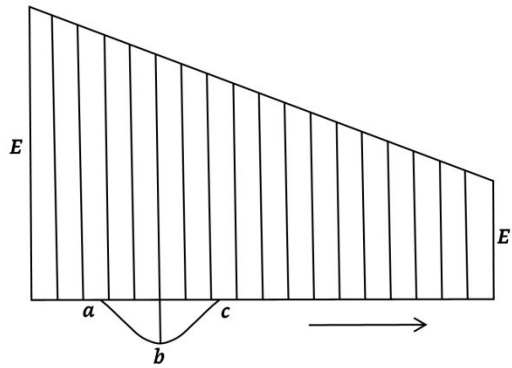


Fig. 35.

Par conséquent, il ne peut y avoir autant d'énergies spécifiques qu'il y a de tons distincts. Pour la compréhension des faits dont il s'agit ici, il suffit de supposer seulement deux énergies qui sont excitées dans des proportions différentes par des taux de vibration différents. Une complexité supplémentaire des sensations de ton n'est pas exclue par ces faits, mais au contraire est rendue probable par des phénomènes dont nous discuterons plus loin.

Une analyse psychologique minutieuse de la série tonale conduit immédiatement à cette vue. Mais même en supposant que nous faisions l'hypothèse une énergie spéciale pour chaque organe terminal, et que nous réfléchissions que ces énergies sont similaires les unes aux autres, c'est-à-dire qu'elles doivent contenir des composants communs, nous arrivons virtuellement au même point de vue. Supposons donc, simplement pour avoir une image précise devant nous, que, dans la transition des taux de vibration les plus bas aux

plus hauts, la sensation tonale varie de la même manière que la sensation de couleur en passant du rouge pur au jaune pur, disons par le mélange graduel de jaune. Nous pouvons entièrement retenir, de ce point de vue, l'idée qu'il y a pour chaque taux de vibration distinct un organe final approprié spécial ; mais alors ce ne sont pas des énergies absolument différentes, mais toujours les deux mêmes énergies, seulement dans des proportions différentes, qui sont dégagées par les différents organes[262].

10.

Comment se fait-il, maintenant, que tant de tons émis simultanément se distinguent et ne se fondent pas en une seule sensation, ou que deux tons de hauteur différente ne se fondent pas en un ton mixte de hauteur intermédiaire ? Le fait que cela ne se produise pas donne une forme encore plus précise à la conception que nous avons à élaborer. Le cas est probablement analogue à celui d'une série graduée de rouges et de jaunes mêlés situés en différents points de l'espace, qui se distinguent également et ne se confondent pas. Et de fait, la sensation qui s'ensuit lorsque l'attention passe d'un ton à l'autre est semblable à celle qui accompagne l'errance du point de fixation dans le champ visuel. La série tonale se produit dans quelque chose qui est un analogue de l'espace, mais qui est un espace à une dimension limité dans les deux sens et ne présentant aucune symétrie comme celle, par exemple, d'une ligne droite allant de droite à gauche dans une direction perpendiculaire au plan médian. Elle ressemble

[262] L'opinion selon laquelle différents organes terminaux répondent à différents taux de vibration est trop bien étayée par la production de battements par des sons voisins, et par d'autres faits avancés par Helmholtz, et est trop précieuse pour la compréhension des phénomènes, pour être à nouveau abandonnée. Le point de vue présenté ici utilise les faits révélés, notamment par Hering, dans l'analyse des sensations de couleur.

plus à une droite verticale, ou à une ligne allant de l'avant vers l'arrière dans le plan médian. Mais tandis que les couleurs ne sont pas confinées à certains points de l'espace, mais peuvent se déplacer, raison pour laquelle nous séparons si facilement les sensations d'espace des sensations de couleur, le cas est différent avec les sensations sonores. Une sensation sonore particulière ne peut se produire qu'en un point particulier dudit espace unidimensionnel, sur lequel l'attention doit dans chaque cas être fixée si la sensation sonore en question doit être distinctement perçue. On peut maintenant imaginer que différentes sensations sonores ont leur origine dans différentes parties de la substance auditive, ou qu'en plus des deux énergies dont le rapport détermine le timbre des sons aigus et graves, il en existe une troisième, qui est semblable à une sensation de l'influx nerveux, et qui entre en jeu dans la fixation des tons. Ou les deux conditions peuvent se produire ensemble. À l'heure actuelle, il peut être considéré comme ni possible ni nécessaire de parvenir à une conclusion en la matière.

Que le domaine de la sensation tonale offre une analogie avec l'espace, et avec un espace sans symétrie, cela s'exprime inconsciemment dans le langage. Nous parlons de tons aigus et de tons graves, non de tons droits et de tons gauches, bien que nos instruments de musique suggèrent cette dernière désignation comme très naturelle.

11.

Dans l'une de mes premières publications[263], j'ai soutenu l'idée que la fixation des tons était liée à une tension variable

[263] *Zur Theorie des Gehörorgans*, 1863. Au moyen d'expériences que j'ai menées en coopération avec Kessel (« Ueber die Akkommodation des Ohres », *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, Vol. LXVI, partie 3, octobre 1872), j'ai obtenu une preuve de la disposition variable et de la capacité de résonance de l'appareil auditif antérieur dans le cas de tonalités différentes ; cela a été fait

du tenseur du tympan. Je suis maintenant incapable de maintenir cette opinion à la lumière des observations et expériences ultérieures que j'ai faites. Néanmoins, l'analogie spatiale ne tombe pas à terre pour cette raison ; seul l'élément physiologique approprié reste à découvrir. La supposition que les processus dans le larynx pendant le chant ont quelque chose à voir avec la formation de la série tonale a également été remarquée par moi dans mon travail de 1863, mais je ne l'ai pas trouvée tenable. Le chant est lié à l'ouïe d'une manière trop extrinsèque et accidentelle. Je peux entendre et imaginer des tons bien au-delà de la gamme de ma propre voix. En écoutant une exécution orchestrale avec toutes les parties, ou en ayant une hallucination d'une telle exécution, il m'est impossible de penser que ma compréhension de ce tissu sonore large et compliqué a été effectuée par mon *seul* larynx, qui, de plus, n'est pas celui d'un chanteur très entraîné. Je considère les sensations qui, en écoutant le chant, sont sans doute occasionnellement remarquées dans le larynx, comme une question d'importance subsidiaire, comme les images des touches touchées qui, lorsque j'étais plus en pratique, ont surgi immédiatement dans mon imagination en entendant

---

au moyen d'une observation microscopique de vibrations sonores conduites à travers un tube. En introduisant un tube et en faisant nos observations au moyen d'un miroir auriculaire microscopique construit à cet effet, nous avons essayé de détecter un changement spontané similaire de disposition dans l'oreille vivante, mais sans succès. J'ai cependant été par la suite enclin à douter que les puissantes vibrations ainsi observées soient par elles-mêmes décisives pour la question, puisque, si elles n'étaient pas assourdies, elles ne pouvaient guère pénétrer dans le labyrinthe sans faire de dégâts. Par conséquent, tant que les vibrations ne pourront pas être observées avec certitude dans une oreille vivante normale, il ne sera guère possible de trancher définitivement cette question. Une méthode d'interférence lumineuse pourrait conduire au résultat souhaité. Mais une telle méthode devrait être d'une forme particulièrement simple, si elle doit être applicable dans les conditions difficiles de l'oreille vivante.

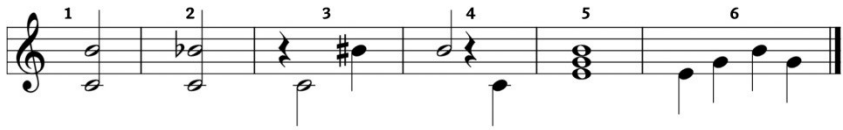
une exécution au piano ou à l'orgue. Quand j'imagine de la musique, j'entends toujours distinctement les notes. La musique ne peut pas plus naître simplement à travers les sensations motrices qui accompagnent les performances musicales, qu'un sourd ne peut entendre la musique en observant les mouvements des musiciens. Je ne peux donc pas être d'accord avec Stricker sur ce point. (Cf. Stricker, *Du langage et de la musique*, Paris, 1885).

Différente est mon opinion en ce qui concerne les vues de Stricker sur la langue. (Cf. Strieker, *Die Sprachvorstellungen* (Les idées de langage), Vienne, 1880.) Il est vrai que dans mon cas les paroles auxquelles je pense résonnent fort à mon oreille. De plus, je ne doute pas que les pensées puissent être directement excitées par le son d'une sonnette, par le sifflement d'une locomotive, etc., et que les petits enfants et même les chiens comprennent des mots qu'ils ne peuvent pas répéter. Néanmoins, j'ai été convaincu par Stricker que la manière ordinaire et la plus familière, bien que non la seule possible, par laquelle la parole est comprise, est réellement motrice, et que nous serions mal lotis si nous nous en débarrassions. Je peux citer des corroborations de ce point de vue à partir de ma propre expérience. Je vois souvent les étrangers qui s'efforcent de suivre mes propos bouger légèrement leurs lèvres. Si une personne me dit son lieu de résidence et que j'omets de répéter la rue et le numéro de la maison après lui, je suis certain d'oublier l'adresse, mais avec l'exercice de cette mesure de précaution, je la retiens parfaitement en mémoire. Un ami m'a dit récemment qu'il ne lirait pas le drame indien *Urvasi*, parce qu'il avait beaucoup de mal à épeler les noms, et par conséquent ne pouvait pas les retenir en mémoire. Le rêve du sourd-muet, que raconte Stricker, n'est intelligible que de son point de vue. En fait, à la réflexion calme, cette relation apparemment paradoxale n'est nullement si remarquable. La mesure dans laquelle nos pensées se meuvent dans des voies accoutumées et routinières est montrée par la surprise produite par les mots d'esprit. Les bonnes blagues seraient plus fréquentes si nos

esprits bougeaient moins dans les ornières. Pour beaucoup, les significations collatérales évidentes des mots ne se présentent jamais d'elles-mêmes. Qui, par exemple, en utilisant les noms Smith, Baker ou Taylor pense aux professions désignées ! Pour donner un exemple analogue d'un domaine différent, je peux affirmer (cf. pp. 121-2) que je reconnais immédiatement l'écriture réfléchie dans un miroir et accompagnant son original, comme symétriquement congruente avec ce dernier, bien que je ne sois pas capable de la lire directement, parce que j'ai appris l'écriture par des méthodes motrices, avec ma main droite. Je peux aussi mieux illustrer par cet exemple pourquoi je ne suis pas d'accord avec Stricker en ce qui concerne la musique : la musique est liée à la parole comme l'ornement est lié à l'écriture.

12.

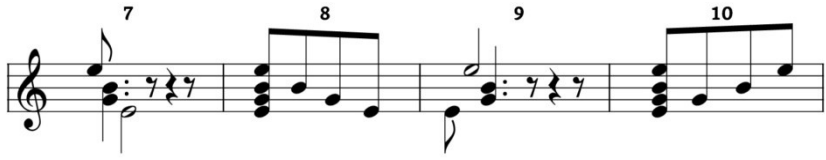
J'ai maintes fois illustré par des expériences, que je citerai encore ici, l'analogie entre la fixation des yeux sur des points de l'espace et la fixation de l'attention sur les tons. Une même combinaison de deux tons sonne différemment selon que nous fixons notre attention sur l'un ou sur l'autre. Les combinaisons 1 et 2 dans la partition ci-dessous ont un caractère sensiblement différent selon que nous fixons notre attention sur la note supérieure ou sur la note inférieure. Les personnes incapables de transférer leur attention à volonté seront aidées en ayant une note sonnée plus tard que l'autre (3, 4).



Celui qui a retenti en dernier attire ensuite l'attention après lui. Avec un peu de pratique, il est possible de décomposer un accord (comme, par exemple, 5) en ses éléments et d'entendre les tons constitutifs par eux-mêmes

(comme dans 6). Ces expériences et les suivantes sont mieux réalisées et plus convaincantes sur un physharmonica[264], sur lequel les notes peuvent être tenues, que sur un piano.

Particulièrement étonnant est le phénomène qui se produit lorsqu'on fait étouffer une note d'un accord sur laquelle l'attention est fixée. L'attention se porte alors sur l'une des notes les plus proches, qui ressort avec la netteté d'une note qui vient d'être frappée. L'impression produite par l'expérience est assez semblable à celle que nous recevons lorsque, absorbés par le travail, nous entendons le battement régulier de l'horloge émerger dans la netteté après avoir entièrement disparu de la conscience. Dans ce dernier cas, tout l'effet tonal dépasse le seuil de la conscience, tandis que dans le premier cas une partie est augmentée.

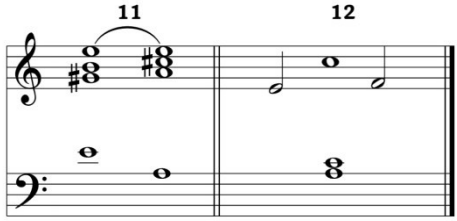


Si en 7 (sur la partition ci-dessus), par exemple, on fixe l'attention sur la note supérieure, en lâchant, successivement par le haut, les touches amortissant les autres notes, l'effet obtenu est approximativement celui de 8. Si, en 9, on fixe l'attention sur la note la plus basse, et on procède dans l'ordre inverse, on obtient l'impression représentée en 10. La même séquence d'accords sonne tout à fait différemment selon la partie sur laquelle l'attention est fixée.

Si, en 11 ou 12 (sur la partition ci-dessous), je fixe mon attention sur la note supérieure, le *timbre* seul semble altéré. Mais si, en 11, l'attention se fixe sur le grave, toute la masse acoustique semblera s'enfoncer en profondeur ; tandis qu'en 12 elle paraîtra s'élever si l'on regarde de près la succession

[264] Le physharmonica est un instrument de musique à vent et clavier. Wikipédia : *https://bit.ly/3y1ZHMd* (NDT).

mi-fa. Cela rend bien évident, in fine, que les accords jouent le rôle de clangs[265] (ou notes composées embrassant à la fois les fondamentales et les harmoniques). Les faits ici avancés nous rappellent fortement l'impression changeante reçue lorsque, en observant un dessin ornemental, l'attention est alternativement fixée sur différents points.



On peut aussi rappeler ici le vagabondage involontaire de l'attention qui s'opère pendant le son continu et uniforme d'une note sur l'harmonium, durant lequel si la note dure plusieurs minutes, toutes les harmoniques émergeront d'elles-mêmes successivement dans toute leur netteté[266]. Le processus semble indiquer une sorte de fatigue de la note sur laquelle l'attention s'est longtemps fixée. Cette fatigue est d'ailleurs rendue fort probable par une expérience que j'ai longuement décrite ailleurs[267].

Les relations dans la sphère de la sensation tonale, que nous avons décrites ici, pourraient peut-être être illustrées de manière plus palpable par un parallèle tel que le suivant (Fig. 36).

[265] Un clang (ou klang) est composé d'une série de tons sonnant simultanément, appelés harmoniques ; il représente donc un accord. Wikipédia (en anglais) : *https://bit.ly/3yc7MhM* (NDT).

[266] Cf. mon *Einleitung in die Helmholtzsche Musiktheorie* (Introduction à la théorie musicale de Helmholtz), p. 29.

[267] Cf. mon *Grundlinien der Lehre von den Bewegungsempfindungen* (Principes de la théorie des sensations de mouvement), p. 58.

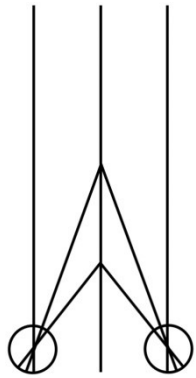


Fig. 36.

Supposons que nos deux yeux ne soient capables que d'un seul mouvement, et qu'ils ne puissent suivre, par des mouvements changeants de convergence symétrique, que les points d'une droite horizontale situés dans le plan médian ; et supposons que le point le plus proche sur cette droite fixée par les yeux soit d'un rouge pur, et le point le plus éloigné, correspondant à la position du parallélisme, soit d'un jaune pur, tandis qu'entre eux s'étendent toutes les nuances intermédiaires ; alors le système des sensations visuelles ainsi construit ressemble assez sensiblement aux rapports des sensations sonores.

13.

Du point de vue développé jusqu'ici, un fait important, que nous allons maintenant considérer, reste inintelligible, bien que son explication soit absolument nécessaire si la théorie doit prétendre à l'exhaustivité. Si deux séries de tons commencent à deux points différents de la gamme, mais qu'elles se maintiennent dans les mêmes rapports de vibration, nous reconnaissons dans les deux la même mélodie, par un simple acte de sensation, aussi facilement et immédiatement que nous reconnaissons dans deux figures géométriquement similaires, situées de manière similaire, la même forme. Des mélodies similaires, situées différemment

sur l'échelle, peuvent être qualifiées de constructions tonales de forme tonale similaire, ou elles peuvent être qualifiées de constructions tonales similaires. Il est facile de se convaincre que cette reconnaissance n'est pas liée exclusivement à l'emploi d'intervalles musicaux ordinaires ou de n'importe quel rapport relativement simple de nombres de vibrations d'usage courant. Si les cordes à vide d'un violon, ou de tout autre instrument à plus d'une corde, sont accordées sur toutes les notes déconnectées que nous voulons, et qu'une bande de papier, divisée en n'importe quelle série compliquée de rapports, soit attachée sur la touche – on peut jouer les notes indiquées dans n'importe quel ordre (ou glisser de l'une à l'autre), d'abord sur une corde puis sur les autres. Or bien que le son résultant puisse n'avoir aucun sens en tant que musique, on peut reconnaître la mélodie comme la même sur chaque corde. L'expérience ne serait pas plus convaincante, si l'on divisait délibérément la touche en intervalles irrationnels. En effet, en pratique, le résultat ne serait qu'approximatif. Le musicien pourrait encore soutenir qu'il entend des intervalles approximatifs ou intermédiaires aux intervalles musicaux familiers. Les oiseaux chanteurs non entraînés n'utilisent les intervalles musicaux que dans des cas exceptionnels.

Même dans une série de deux tons seulement, la similitude des rapports de vibration est immédiatement reconnue. Ainsi dans les séries *do-fa*, *ré-sol*, *mi-la*, etc., les notes qui ont toutes les mêmes rapports de vibration (3 : 4), sont immédiatement reconnues comme des intervalles semblables, comme des quartes. Tel est le fait, dans sa forme la plus simple. La capacité de repérer et de reconnaître les intervalles est la première chose requise de l'étudiant en musique désireux de se familiariser à fond avec son sujet.

Dans un petit ouvrage[268], digne d'être lu, de E. Kulke, il est fait mention, portant sur ce point, d'une méthode

[268] E. Kulke, *Ueber die Umbildung der Melodie. Ein Beitrag zur Entwicklungslehre* (À propos de la transformation de la mélodie. Une

d'enseignement originale de P. Cornelius, – une remarque que je vais maintenant compléter par la communication suivante qui m'a été faite oralement par Kulke lui-même. Selon Cornelius, il est d'une grande aide dans la reconnaissance des intervalles de noter des morceaux de musique particuliers, des chansons folkloriques, etc., qui commencent par ces intervalles. L'ouverture de *Tannhäuser*, par exemple, commence par une quarte. Si j'entends une quatrième, je remarque aussitôt que la séquence sonore pourrait être le début de l'ouverture de *Tannhäuser*, et par ce moyen je reconnais l'intervalle. De la même manière, l'ouverture de *Fidelio* (N° 1) peut être utilisée comme représentante de la troisième ; etc. Cet excellent appareil, que j'ai mis à l'épreuve dans mes cours d'acoustique et que j'ai trouvé très efficace, complique apparemment les choses. On supposerait naturellement qu'il serait plus facile de noter un intervalle qu'une mélodie. Néanmoins, une mélodie offre une plus grande emprise sur la mémoire qu'un intervalle, tout comme le visage d'un individu est plus facilement remarqué et associé à un nom qu'un certain angle facial ou un nez. Chacun note des visages et leur associe des noms ; mais Léonard de Vinci a arrangé les nez dans un système.

14.

De même que chaque intervalle d'une séquence de tons est rendu perceptible d'une manière caractéristique, il en est de même des combinaisons harmoniques de tons. Chaque tierce, chaque quarte, chaque accord parfait majeur ou mineur a sa couleur caractéristique par laquelle il est reconnu indépendamment de la hauteur de la fondamentale, et indépendamment du nombre de temps, qui augmente rapidement avec l'augmentation de la hauteur.

Un diapason tenu devant une oreille est très faiblement entendu par l'autre oreille. Si deux diapasons battants d'une

---

contribution à la théorie du développement), Prague, Calve, 1884.

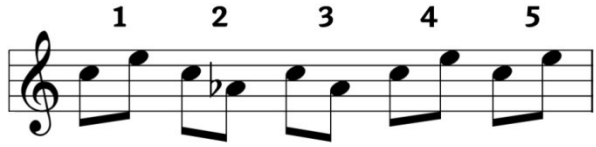
façon légèrement discordante sont tenus devant la même oreille, les battements sont très distincts. Mais si l'une des fourches est placée devant une oreille et l'autre devant l'autre, les battements seront grandement affaiblis. Deux fourches d'intervalle harmonique sonnent toujours légèrement plus grossièrement devant une oreille. Mais le caractère de l'harmonie est conservé lorsqu'elles sont placées devant chaque oreille[269]. La discordance reste également bien perceptible dans cette expérience. L'harmonie et la discordance ne sont cependant pas déterminées par les battements seuls.

Dans les combinaisons mélodiques comme dans les combinaisons harmoniques, les notes dont les taux de vibrations portent entre elles un rapport simple, se distinguent (1) par leur attrait, et (2) par une sensation caractéristique de ce rapport. En ce qui concerne la qualité agréable, il est indéniable que cela s'explique en partie par la coïncidence des harmoniques, et, dans le cas de la combinaison harmonique, par l'effacement conséquent des battements, résultant toujours là où les rapports des nombres représentant les vibrations satisfont à certaines conditions. Mais l'étudiant expérimenté et sans préjugés en musique n'est pas entièrement satisfait de cette explication. Il est troublé par le rôle prépondérant accordé à l'accident de la couleur acoustique, et remarque que les tons se tiennent encore les uns aux autres dans une relation positive de contraste, comme les couleurs, sauf que, dans le cas des couleurs, de telles relations agréables définies ne peuvent être spécifiées.

Le fait qu'une sorte de contraste existe réellement entre les tons s'impose presque à nous. Un ton lisse et immuable est quelque chose de très déplaisant et incolore, comme une seule couleur uniforme enveloppant tout notre

[269] Cf. Fechner, *Ueber einige Verhältnisse des binocularen Sehens* (Sur certaines conditions de vision binoculaire), Leipzig, 1860, p. 536. J'ai moi-même souvent essayé de telles expériences.

environnement. Un effet vif ne se produit qu'à l'adjonction d'un second ton, d'une seconde couleur. De même, si l'on fait monter graduellement une tonalité, comme dans les expériences avec la sirène, tout contraste est perdu. Le contraste existe cependant entre les tons les plus éloignés, et non pas seulement entre ceux qui se succèdent immédiatement, comme le montrera l'exemple ci-dessous. Le passage 2 sonne assez différemment après 1 de ce qu'il fait seul, 3 sonne différemment de 2, et même 5 différemment de 4 immédiatement après 3.



16.

Tournons-nous maintenant vers le second point, la sensation caractéristique correspondant à chaque intervalle, et demandons-nous si cela peut être expliqué sur la base de notre théorie actuelle. Si un *n* fondamental est combiné mélodiquement ou harmoniquement avec son troisième *m*, la cinquième harmonique de la première note (5*n*) coïncidera avec la quarte de la seconde note (4*m*).

C'est, selon la théorie de Helmholtz, le trait commun caractérisant toutes les troisièmes combinaisons. Si je combine les notes *Do* et *Mi*, ou *Fa* et *La*, représentant leurs harmoniques dans le tableau ci-dessous, alors, en fait, dans un cas les harmoniques marquées ↓ et dans l'autre celles marquées ‡ coïncident ; et dans les deux cas, la coïncidence est entre la cinquième harmonique de la note inférieure et la quatrième harmonique de la note supérieure. Notons cependant que ce trait commun n'existe que pour la *compréhension*, étant le résultat d'une analyse purement physique et intellectuelle, et n'a rien à voir avec la *sensation*.

Pour la sensation, la vraie coïncidence dans le premier cas est entre les *mi*, et dans le second entre les *la*, qui sont des notes entièrement différentes. En supposant qu'il existe pour chaque taux de vibration distinct une énergie spécifique appropriée, nous sommes obligés, plus que dans toute autre théorie, de nous demander où se cache la composante commune de sensation qui caractérise chaque troisième combinaison ?

Do *n*	do *2n*	sol *3n*	do *4n*	↓ mi *5n*	sol *6n*	Si♭ *7n*	do *8n*
Mi *m*	mi *2m*	si *3m*	↓ mi *4m*	sol♯ *5m*	si *6m*	ré *7m*	mi *8m*
Fa *n*	fa *2n*	do *3n*	fa *4n*	‡ la *5n*	do *6n*	mi♭ *7n*	fa *8n*
La *m*	la *2m*	mi *3m*	‡ la *4m*	do♯ *5m*	mi *6m*	sol *7m*	la *8m*

Je dois insister pour que ma distinction ne soit pas considérée comme un coup de tête pédant. J'ai posé la question qui l'impliquait il y a une vingtaine d'années, en même temps que ma question de savoir en quoi consistait la ressemblance physiologique de la forme, par opposition à la similitude géométrique ; et la première n'est pas un brin plus inutile que ne l'était le second, dont le superflu, aussi, dans la question, a été réfuté. Si nous devons admettre qu'une caractéristique physique ou mathématique de l'intervalle de tierce soit une marque de la sensation de tierce, alors nous

devrions nous contenter, comme l'a fait Euler[270], de la coïncidence de chaque quatrième et cinquième vibration, – une conception qui n'était, après tout, pas si mal, tant qu'on pouvait croire que le son continuait sa course dans les voies nerveuses, aussi, en tant que mouvement périodique, une vue que même A. Seebeck[271] (*Pogg. Ann.*, Vol. LXVIII) considéré comme possible. Sur ce point particulier, la coïncidence de Helmholtz entre 5*n* et 4*m* n'est en rien moins symbolique et n'offre pas plus d'éclaircissements.

---

[270] Euler, *Tentamen novæ theoriæ musicæ* (Analyse de la nouvelle théorie musicale), Petropoli, 1739, p. 36.

[271] Je ne comprends pas qu'on puisse encore soutenir la théorie de la coïncidence temporelle des impulsions. À un moment donné, j'ai remplacé l'expérience d'A. Seebeck par ce que je crois être une meilleure procédure (« Ueber einige der physiologischen Akustik angehörige Erscheinungen » (Sur quelques phénomènes appartenant à l'acoustique physiologique), *Berichte der Wiener Akademie*, 26 juin 1864), mais je n'ai jamais pu détecter aucune périodicité dans le processus nerveux lié à la sensation. On ignorait alors qu'on n'observe jamais de battements entre un ton subjectif et un ton objectif voisin, ou entre des tons subjectifs ; mais le fait ne peut plus être mis en doute. Cf. l'intéressant article de Stumpf sur « Beobachtungen über subjective Töne und über Doppelthören » (Observations sur les tonalités subjectives et sur la double audition), *Zeitschrift fur Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, Vol. XXI, pp. 100-21). Les tonalités subjectives qui surgissent à mon oreille durent généralement trop peu de temps pour que je puisse les expérimenter. Pourtant, j'ai réussi il n'y a pas longtemps (1906) à produire au piano un do dièse très clair et constant, et à me convaincre que lorsqu'un do dièse un peu plus profond était légèrement frappé au piano, aucun battement n'était démontrable. Pour moi, en effet, cette démonstration était superflue, car je tiens la supposition contraire pour physiologiquement inadmissible. Mais les observations de Stumpf sur la consonance et la dissonance des tons subjectifs sans battements sont très importantes.

17.

Jusqu'ici j'ai présenté mes arguments avec la conviction que je ne trouverais pas nécessaire de faire un seul pas en arrière d'importance. Ce sentiment ne m'accompagne pas dans la même mesure dans le développement de l'hypothèse suivante, qui, dans tous ses traits essentiels, m'a été suggérée il y a longtemps. Pourtant, l'hypothèse peut au moins servir à éclaircir et à illustrer, du côté positif également, l'exigence à laquelle je crois qu'une théorie plus complète des sensations sonores est tenue de répondre. J'exposerai d'abord mon point de vue sous la forme dans laquelle il est apparu dans la première édition de ce livre.

Supposons que ce soit une condition vitale extrêmement importante pour un animal d'organisation simple que de percevoir de légers mouvements périodiques du milieu dans lequel il vit. Si (en raison de la taille relativement excessive de ses organes et de son manque de réceptivité à des changements aussi rapides) le changement d'attention est trop lent, et la période des oscillations est trop courte, ou leur amplitude trop petite, pour permettre aux phases individuelles de l'excitation d'entrer dans la conscience, il peut néanmoins être possible, dans certaines conditions, que l'animal perçoive l'accumulation sensation-effets du stimulus oscillatoire. L'organe de l'ouïe devancera l'organe du toucher[272]. Or un organe terminal capable de vibration

[272] On peut donc se demander si les animaux qui ont une mesure de temps si petite que leurs mouvements volontaires produisent une note de musique entendent au sens ordinaire, ou si chez eux ce n'est pas plutôt le toucher qui nous donne l'impression d'entendre. Cf., par exemple, les admirables expériences et observations de V. Graber (« Die Chordotonalen Organe » (Les organes chordotonaux), *Arch. für Microskop. Anat.*, XX, p. 506). – Cf. aussi mes *Bewegungsempfindungen*, p. 123. Cette conjecture a été confirmée par la suite à bien des égards. Voir *Populär wissensenshaftliche Vorlesungen*, 3e éd., p. 401.

(disons un cil auditif) répond, en vertu de ses qualités physiques, non à tous les taux de vibration, ni à un seul, mais ordinairement à plusieurs, à une distance considérable les uns des autres[273]. Par conséquent, dès que l'ensemble du continuum des taux de vibration entre certaines limites devient important pour l'animal, un petit nombre d'organes terminaux ne suffit plus, mais le besoin de toute une série de tels organes de capacité graduée se fait sentir. Au début, l'organe de Corti et la membrane basilaire étaient considérés par Helmholtz comme un tel système.

Cependant, on ne peut guère s'attendre à ce qu'un élément d'un tel système réponde à un seul taux de vibration. Au contraire, nous devrions nous attendre à ce qu'il réponde avec une intensité affaiblie, mais graduée (peut-être en étant divisé par des nœuds) aux taux de vibration $2n$, $3n$, $4n$, etc., ainsi qu'aux taux de vibration $n/2$, $n/3$, $n/4$, etc. Dans la mesure où l'hypothèse d'une énergie spéciale pour chaque taux de vibration s'est révélée insoutenable, nous pouvons imaginer, conformément à ce qui a été dit ci-dessus, qu'en premier lieu, seules deux énergies de sensation, disons, *Dull* (*D*) et *Clear* (*C*)[274], sont excitées. La sensation résultante que nous représenterons symboliquement (un peu comme nous le faisons dans les couleurs mélangées) par $pD + qC$; ou, en faisant $p + q = 1$ et en considérant q comme une fonction $f(n)$ du taux de vibration[275], par $[1 - f(n)]\,D + f(n)\,C$. La sensation résultante correspondra maintenant au nombre de vibrations du stimulus oscillatoire, quel que soit le membre de la série d'organes terminaux sur lequel le stimulus peut être appliqué. Et par conséquent notre point de vue antérieur ne sera pas matériellement perturbé par la nouvelle hypothèse. Car, puisque le membre R_n répond le plus puissamment à n, et seulement dans une mesure beaucoup

[273] Comme V. Hensen, par exemple, l'a observé.

[274] *Dull* signifiant terne et *Clear* clair en anglais (NDT).

[275] Ainsi, pour prendre un exemple très simple, on pourrait faire $f(n) = k.\,log.\,n.$

plus faible à $2n$, $3n$, ou à $n/2$, $n/3$, R_n vibrant avec n même en cas d'impulsion apériodique, donc la sensation $[1 - f(n)]\,D + f(n)\,C$ sera toujours majoritairement associée à R_n.

Des cas bien attestés de double audition (cf. Stumpf, *loc. cit.*, p. 266s) pointent avec force vers la conclusion que les rapports dans lesquels D et C sont désengagés dépendent de l'organe terminal, et non du taux de vibration – une conclusion qui n'affecterait pas non plus notre théorie.

Un membre R_n, en conséquence, répond puissamment à n, et aussi, bien que plus faiblement, à $2n$, $3n$, … $n/2$, $n/3$ … avec les sensations appartenant à ces taux de vibration. Il est cependant extrêmement improbable qu'exactement la même sensation soit excitée, que R_n réponde à n ou que $R_{\frac{n}{2}}$ réponde à n. Au contraire, il est probable qu'à chaque fois que les membres de la série d'organes répondent à un ton partiel, la sensation reçoit une faible coloration supplémentaire, que nous représenterons symboliquement, pour le ton fondamental par Z_1, Pour les harmoniques par Z_2 , Z_3 , ..., et pour les sous-tons par $Z_{1/2}$, $Z_{1/3}$, … Dans cette supposition, les sensations de ton seraient un peu plus riches en composition que ce qui résulterait de la formule $[1 - f(n)]\,D + f(n)\,C$. Les sensations que la série d'organes terminaux, excitée par les fondamentaux, donne, constituent un domaine avec la coloration supplémentaire Z_1, l'excitation de la même série par la première harmonique donne un domaine spécial de sensation avec la coloration supplémentaire Z_2, etc. Les Z peuvent être soit des éléments immuables, soit eux-mêmes constitués de deux composantes, U et V, et forment des séries représentables par $[1 - f(n)]\,U + f(n)\,V$. Mais actuellement la décision sur ce dernier point est sans importance.

Il est vrai que les éléments physiologiques Z_1, Z_2, … restent à trouver. Pourtant, la perception même qu'ils doivent être recherchés me semble importante. Voyons quelle forme prendrait le domaine des sensations sonores si nous considérions Z_1, Z_2, … comme donnés.

Nous prendrons comme exemple une combinaison de tierce majeure mélodique ou harmonique, dont les taux de vibration sont $n = 4p$ et $m = 5p$; la plus basse des nuances communes aux deux est $5n = 4m = 20p$, la plus haute des nuances communes aux deux est p. On obtient alors le tableau suivant.

	Membres de la série des organes terminaux :	Rp	$R4p$	$R5p$	$R20p$
Quand les notes $4p$ et $5p$ ne contiennent pas de sur-tons	répondent au taux de vibrations :	$4p$, $5p$	$4p$	$5p$	$4p = \frac{20p}{5}$ $5p = \frac{20p}{4}$
	avec les sensations supplémentaires :	Z_4, Z_5	Z_1	Z_1	$Z_{1/5}$, $Z_{1/4}$
Quand les notes $4p$ et $5p$ contiennent de sur-tons	ils répondent aussi aux taux de vibration :		$20p = 5\,(4p)$	$20p = 4\,(5p)$	
	avec les sensations supplémentaires :		Z_5	Z_4	

Ainsi dans la troisième combinaison, les sensations supplémentaires Z_4, Z_5 et $Z_{1/4}$, $Z_{1/5}$, qui sont caractéristiques de la troisième, apparaissent même lorsque les notes ne contiennent pas d'harmoniques, tandis que les premières (Z_4, Z_5) sont renforcées, quand, soit à l'air libre ou au moins dans l'oreille, plus d'harmoniques se produisent. Le diagramme peut être facilement généralisé pour inclure n'importe quel intervalle[276].

[276] L'exposé ci-dessus se trouvera sous une forme assez concise et légèrement différente dans ma note « Zur Analyse der Tonempfindungen » (Sur l'analyse des sensations sonores), *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, décembre 1885), où j'ai

Ces colorations supplémentaires, bien qu'à peine perceptibles dans les tons simples, ou en parcourant continuellement la gamme, deviendront en conséquence apparentes dans les combinaisons de tons ayant certains rapports de taux de vibration, tout comme les contrastes de lumières faiblement colorées, presque blanches, deviennent vifs lorsque de telles lumières sont réunies. Et de plus, les mêmes colorations de contraste correspondent toujours aux mêmes rapports de taux de vibration, quelle que soit la hauteur.

De cette manière, on comprend comment les sons peuvent recevoir, par combinaison mélodique et harmonique avec d'autres, les colorations les plus variées qui leur manquent lorsqu'ils sont émis individuellement.

Les éléments Z_1, Z_2 … ne doivent pas être conçus comme invariables et fixes en nombre. Au contraire, il est à supposer que le nombre de Z perceptibles dépend de l'organisation, de l'entraînement de l'oreille et de l'attention. Selon cette conception, l'oreille ne connaît pas directement des rapports de taux de vibration, mais seulement les colorations supplémentaires conditionnées par ces rapports. La série

---

essayé d'analyser les sensations sonores suivant l'analogie des sensations de couleur, dont l'analyse a été poussée beaucoup plus loin. Chaque nombre de vibration dégage quelques énergies spécifiques dans un rapport qui dépend du nombre de vibration en question. L'excitabilité de ces énergies est différente en différents points de la rétine. Des relations analogues sont supposées *mutatis mutandis* pour les sensations sonores. Il semblait à l'origine que dans les deux cas il devait y avoir une variété infinie de sensations correspondant à la variété infinie du stimulus physique. Mais dans les deux cas, l'analyse psychologique conduit à la conclusion qu'il faut supposer un plus petit nombre de sensations et que, selon le principe du parallélisme, nous devons penser à ces sensations, non pas comme dépendantes immédiatement du stimulus physique complexe, mais comme immédiatement dépendantes du processus psycho-physique qui est aussi simple que les sensations elles-mêmes.

tonale représentée symboliquement par $[1 - f(n)]\,D + f(n)\,C$ n'est pas infinie, mais limitée. Puisque $f(n)$ peut varier entre les valeurs 0 et 1, D et C, où ce sont les sensations correspondant aux tons les plus bas et les plus hauts, qui sont les termes terminaux de la série. Si le nombre de vibrations descend considérablement au-dessous ou s'élève considérablement au-dessus de celui de la fondamentale du terme extrême de la série, il n'y aura qu'une faible réponse, mais aucune altération de la qualité de la sensation. De plus, la sensation des intervalles doit disparaître au voisinage des deux limites d'audition ; d'abord, parce qu'en général les différences entre les sensations de ton cessent à ce point, et, deuxièmement, parce qu'à la limite supérieure manquent les membres de la série susceptibles d'être excités par les sous-tons, tandis qu'à la limite inférieure ceux qui réagissent sur les accents manquent.

En repassant en revue la position à laquelle nous sommes arrivés, nous voyons que, à quelques exceptions près, les conclusions atteintes par Helmholtz peuvent toutes être retenues. Les bruits et les sons composites peuvent être décomposés en tonalités musicales. À chaque taux de vibration distinct correspond un organe terminal nerveux particulier. Aux nombreuses énergies spécifiques requises par cette théorie, nous en substituons cependant deux seulement, qui rendent intelligible le rapport de toutes les sensations tonales, et qui, par le rôle que nous assignons à l'attention, nous permettent également de garder perceptuellement distincts, plusieurs tons lorsqu'ils sont émis ensemble. Par l'hypothèse de la réponse multiple des membres de la série des organes terminaux, et par celle des colorations acoustiques supplémentaires, l'importance de la couleur acoustique accidentelle est diminuée, et on entrevoit la direction dans laquelle, notamment sur la base des faits musicaux, les caractéristiques positives des intervalles doivent être étudiées plus avant. Enfin, cette dernière conception fournit au principe de dualité de Von Oettingen un fondement qui pourrait peut-être être recommandé à ce

chercheur lui-même comme préférable à son hypothèse de « mémoire » ; tandis qu'en même temps le fait que la dualité ne puisse pas être une symétrie parfaite devient évident.

18.

J'ai expressément décrit la théorie de la réponse multiple de la série des organes terminaux, ainsi que la théorie des colorations supplémentaires, comme une « hypothèse », et j'ai avancé cette hypothèse simplement dans le but d'illustrer le sens des postulats résultant de l'analyse psychologique, et peut-être inciter d'autres chercheurs à s'attaquer plus efficacement au problème. Je ne suis donc pas surpris de constater que d'autres auteurs ne souscrivent pas sans réserve à ma tentative. Mais que cette hypothèse soit, comme le dit Stumpf[277], inutile et tout à fait inadaptée à son but, je ne puis l'admettre. La coïncidence des colorations supplémentaires Z_4, Z_5 et $Z_{1/4}$, $Z_{1/5}$, dans un même nerf, n'est pas seulement un fait physique, mais aussi un fait psycho-physique. Il ne peut guère être indifférent que la sensation d'une coloration mixte soit déterminée par un seul élément. Au contraire, il me semble que ce que je recherche, à savoir une explication de la coloration définie des intervalles, – et aussi ce que recherche Stumpf, – à savoir une explication de la fusion, – serait en réalité représenté par la coïncidence partielle que je présume, même sans harmoniques. L'affirmation supplémentaire de Stumpf selon laquelle, dans le cas des notes avec harmoniques, il n'y a aucune difficulté à comprendre, selon la théorie de Helmholtz, la similarité d'intervalles semblables, repose sur une mauvaise interprétation de ma critique de Helmholtz. Cela ne satisfera personne d'apprendre que des harmoniques d'égale force coïncident dans le cas de deux tierces, puisqu'il s'agit de la similitude qualitative des sensations.

[277] C. Stumpf, *Beiträge zur Akustik und Musikwissenschaft* (Contributions à l'acoustique et à la musicologie), N° 1, pp. 17-18.

Si la reconnaissance d'un intervalle de tierce mélodique était immédiatement intelligible, il serait bien sûr inutile de chercher une explication particulière de la raison pour laquelle nous reconnaissons la combinaison harmonique des tierces. Mais dans la mesure où Stumpf lui-même soutient que les pas mélodiques sont caractérisés par la combinaison harmonique, cette vision impliquerait un cercle vicieux. Selon ma théorie également, le fait de la sélection mélodique et harmonique de rapports définis de nombres de vibrations conduit au même problème. Mon hypothèse penche vers la théorie de la résonance et, selon Stumpf, est à rejeter pour cela même. Je traiterai tout à l'heure plus particulièrement de ce dernier point.

19.

On a beaucoup discuté des processus physiques impliqués dans l'audition et, en particulier, de la fonction des parties de l'oreille moyenne. Malgré cela, il semblerait qu'une révision impartiale de la théorie physique de l'audition soit urgente. La question s'est posée de savoir si les osselets auditifs vibrent dans leur ensemble ou si les ondes sonores les traversent. E. H. Weber se prononce en faveur du premier point de vue, confirmé expérimentalement par Politzer, alors que j'ai probablement été le premier à l'établir sur une base théorique[278]. Car si les dimensions des osselets par rapport à la longueur des ondes sonores en question sont, en ce qui concerne leur matériel, très petites (comme c'est effectivement le cas), il ne fait aucun doute que pratiquement les mêmes phases de mouvement se produisent dans toute l'étendue des osselets, et que, par conséquent, ils doivent se déplacer dans leur ensemble. Il est venu à l'esprit de quelques

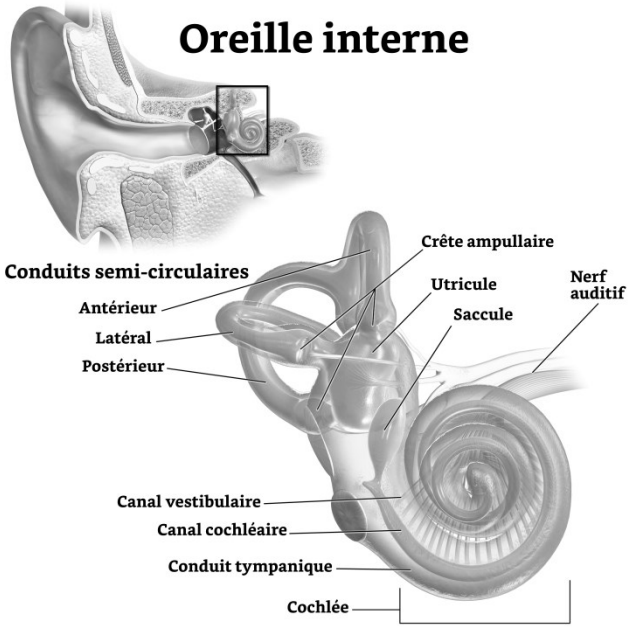
[278] Mach, « Zur Theorie des Gehororgans » (Sur la théorie de l'organe de l'ouïe), *Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, Vol. LVIII, juillet 1863. Aussi Helmholtz, *Die Mechanik der Gehörknöchelchen* (La mécanique des osselets auditifs), 1869.

chercheurs de transférer les mouvements des osselets au fluide du labyrinthe. Mais les investigations pathologiques nous apprennent que, même sans le concours des osselets et de la membrane tympanique, l'ouïe peut rester assez bonne, pourvu que le labyrinthe soit en ordre. Les osselets et le tympan ne semblent avoir d'importance que lorsqu'il s'agit de transférer dans le labyrinthe des mouvements très faibles de l'air ; dans ce cas, la réduction de la pression s'exerçant sur toute la surface de la membrane tympanique jusqu'au petit étrier semble nécessaire. Sinon, les ondes sonores peuvent également être transportées dans le labyrinthe par le biais des os crâniens. Si des corps sonores, tels que des diapasons, sont placés sur différentes parties de la tête, on constate que la direction des ondes sonores qui pénètrent dans le labyrinthe ne joue aucun rôle important. Encore une fois, toutes les dimensions de l'appareil de perception du son sont si petites par rapport aux ondes sonores audibles, et la vitesse du son dans les os et le fluide labyrinthique est si grande, que toute l'étendue du labyrinthe ne contient de la place que pour une seule phase d'onde perceptible à tout moment. Le résultat de tout cela est que ce ne sont pas les mouvements et la direction du mouvement, mais les variations de pression qui se produisent dans le labyrinthe de façon presque synchrone, qui doivent être considérées comme le stimulus décisif qui excite la sensation.

Considérons néanmoins le mouvement qui peut être mis en place dans le labyrinthe par les mouvements de l'étrier. On peut d'abord imaginer toutes les parties molles à retirer, et tout l'espace délimité par la paroi osseuse pour ne contenir que du liquide. Le mouvement qui peut trouver place ici est un courant périodique passant de la fenêtre ovale à la fenêtre ronde et *vice versa*, dont la forme, puisque la vitesse de la perturbation s'annule en proportion de la vitesse du son, sera presque entièrement indépendante de la période. Si les surfaces des deux fenêtres sont conçues comme des électrodes positives et négatives, et comme conductrices du fluide, alors les lignes du courant électrique coïncideront

avec les lignes du courant périodique. Or cet état de choses ne subira aucun changement substantiel, si la différence entre le poids spécifique des parties molles et celui du fluide dans lequel elles sont immergées est très faible. C'est la masse du fluide qui a une importance prédominante. Le fait que des constructions particulières peuvent, selon la hauteur, prendre un état de vibration local spécial malgré le fluide, n'a guère besoin d'être discuté. Les relations quantitatives sont ici tout à fait différentes de ce qu'elles sont dans le cas de cordes ou de membranes dans l'air.

Illustration absente du manuscrit original, mais insérée ici pour aider le lecteur à s'y retrouver (NDT).



Par conséquent, la nouvelle théorie d'Ewald sur l'audition[279] n'est, à mon avis, pas plus tenable que la théorie de Helmholtz sur les fibres de Corti et les vibrations électives

[279] Ewald, *Eine neue Hörtheorie* (Une nouvelle théorie de l'audition), Bonn, 1899.

de la membrane basilaire. Si dans les expériences d'Ewald une membrane enduite d'huile ne montre plus, lorsque la couche est relativement épaisse, aucune division nette, elle n'en montrerait absolument aucune si elle était immergée dans un fluide, bien plus si les dimensions étaient proportionnellement réduites. Nous devons cependant insister sur le fait que la théorie d'Ewald est par ailleurs appropriée à bien des égards et qu'elle offrirait de nombreux avantages. Par exemple, dans le cas des intervalles harmoniques, même quand les harmoniques sont absents, les membranes présentent des coïncidences des lignes nodales. Ainsi cette théorie semble remplir une partie des postulats mentionnés ci-dessus. Malheureusement, elle est physiquement inadmissible, sans parler des difficultés supplémentaires qu'elle est également incapable de résoudre. Je n'ai pas besoin de dire que je n'ai pas la prétention d'écarter en quelques mots un travail aussi admirable et laborieux, mais en même temps je ne puis m'empêcher d'exprimer mes objections à son égard.

Peu de temps après la publication de la quatrième édition de ce livre, qui contenait les passages précédents exprimant mes doutes quant à la vibration des membranes dans les fluides, Ewald publia ses expériences avec la camera *acustica*[280]. Il a immergé dans l'eau une membrane délicate, d'environ les dimensions de la membrane basilaire, et a réussi à y établir acoustiquement des vibrations continues avec des divisions nodales nettes correspondant à la hauteur. Cela montra que ma conjecture était fausse et me fit réfléchir sur quel point je m'étais trompé. Je me rappelai alors les très petites divisions nodales que, des années auparavant, j'avais moi-même observées dans les membranes fluides[281]. J'ai aussi rappelé les expériences de Friesach avec des cordes

[280] Ewald, *Archiv* de Pflüger, 1903, vol. XCIII, p. 485.

[281] Optisch-akustische Versuche (Expériences opto-acoustiques), Prague, 1872, p. 93.

immergées dans l'eau[282], dont le résultat avait été de montrer que l'immersion dans l'eau agit comme un accroissement de la masse de la corde, puisque le fluide au voisinage immédiat de la corde accompagne ses vibrations, se déplaçant de manière synchrone, allant et venant sur des trajets extrêmement courts. Il est donc tout à fait concevable que le fluide labyrinthique vibre d'avant en arrière dans son ensemble, et que néanmoins la vitesse de propagation dans la membrane, beaucoup plus faible, apparaît dans le fluide labyrinthique sous forme de vibrations stables de la membrane. Si l'existence de telles vibrations de la membrane est prouvée, les théories d'Ewald gagnent beaucoup en valeur. Je voudrais, en outre, me référer ici à deux articles de Stöhr qui me paraissent contenir les germes d'idées qui rendraient service au développement des recherches[283].

20.

La difficulté d'établir la théorie de la résonance sur une base physique solide a probablement, me semble-t-il, été ressentie par tous ceux qui l'ont étudiée, et non des moindres par ses auteurs. Mais en même temps on reconnaissait que si on l'abandonnait, la clé du problème de l'analyse des sons et d'une doctrine claire et simple des sensations sonores serait perdue. D'où les tentatives frénétiques pour sauver la théorie

---

[282] Friesach, *Berichte der Wiener Akademie*, 1867, Vol. LVI, 2e partie, p. 316.

[283] Stöhr, « Ueber Unterbrechungstöne » (À propos des tonalités d'interruption), *Deutsche Revue*, juillet 1904. Mach et Kessel ont signalé il y a quelque temps la nécessité d'aborder les problèmes d'acoustique du point de vue de l'asymétrie ; voir « Die Funktion der Trommelhöhle » (La fonction de la cavité du tambour), *Berichte der Wiener Akademie*, Vol. LXVI, 3e partie, 1872 ; Stöhr, « Klangfarbe oder Tonfarbe » (timbre ou tonalité), *Süddeutsche Monatshefte*, Munich et Leipzig, juillet 1904. Dans cet article, Stöhr vise, quoique par une voie différente, un but qui n'est pas très éloigné du mien.

de la résonance. L. Hermann[284] me semble aller droit au but, lorsqu'il dit que nous ne pouvons pas nous passer d'une sorte de théorie de la résonance, mais que celle-ci ne doit pas nécessairement être une théorie physique, mais peut aussi être une théorie physiologique. Nous pouvons faire, avec lui, l'hypothèse plausible que les organes nerveux en soi sont particulièrement sensibles aux stimuli avec une période définie[285]. Ce ne peuvent pas être exactement des forces élastiques qui ramènent l'organe à sa position d'équilibre, mais on peut penser à un état d'équilibre qui est de nature électrique ou chimique, les déviations de celui-ci se tenant les unes aux autres dans la relation du signe positif au signe négatif. Et de plus, il peut y avoir une connexion entre ces organes, au moyen de laquelle l'un peut agir comme un stimulant sur l'autre. De cette manière, une perspective raisonnable semble s'ouvrir pour rattraper la perte de la théorie physique. Je ne peux pas tenter ici de reproduire complètement et exactement les arguments d'Hermann, mais je dois me contenter de renvoyer le lecteur à son article.

Un point, cependant, que nous pouvons examiner de plus près. Lorsque deux vibrations pendulaires en forme d'onde avec des nombres de vibrations n, n', coopèrent, il se produit alors des battements qui peuvent être considérés comme une montée et une descente du ton, n ou n' ($n' - n$) fois par seconde. Mais il n'est jamais possible de considérer le mouvement de l'air comme un mouvement qui puisse contenir la vibration ondulatoire, – c'est-à-dire le ton $n' - n$. Même un résonateur physique avec le numéro de vibration $n' - n$ ne peut jamais être excité par de tels battements, qu'ils soient rapides ou lents. En effet, il est facile de voir, quand on imagine ou dessine le cours des battements, qu'à la longue il doit se produire exactement autant et d'aussi fortes

[284] Hermann, *Archiv* de Pflüger, vol. LVI, pp. 494s, 1894.

[285] Peut-être cette hypothèse resterait-elle valable si elle réussissait aussi à fournir une base pour une théorie physique satisfaisante de la résonance.

impulsions positives et négatives qu'il y a de vibrations (*n*' - *n*) du résonateur. Dans la première moitié du temps également, les impulsions sont égales et de même sens que les impulsions dans la seconde moitié. Une sommation efficace est donc exclue. Cela ne serait possible que si le résonateur pouvait être rendu plus réceptif à une sorte d'impulsion qu'à l'autre, et plus réceptif dans la première moitié de la durée de sa vibration. On voit aisément comment cette manière d'envisager la question implique le rejet de l'explication de Young des tons combinés par des battements rapides, et conduit, d'autre part, à la théorie des tons combinés de Helmholtz, tout en conservant la théorie de la résonance.

Il semblerait, cependant, que les relations physiques que Helmholtz a dû supposer n'existent pas dans les circonstances dans lesquelles les tonalités combinées sont entendues. Mais il est tout à fait concevable qu'un organe nerveux soit inégalement réceptif aux impulsions opposées, et de même qu'il soit réceptif à des degrés différents à différents stades de son excitation. Car un organe ne suit pas simplement les forces qui agissent sur lui, mais contient une réserve d'énergie sur laquelle ces forces n'agissent qu'en libérant de l'énergie. De cette manière, l'erreur de Young et la tentative vraisemblablement infructueuse de Helmholtz d'améliorer la théorie de Young auront conduit à un nouveau point de vue important.

21.

La théorie de Helmholtz sur les sensations sonores semblait, lorsqu'elle fut promulguée pour la première fois, être une réalisation admirablement complète et classique. Pourtant, à l'examen de fond, elle n'a pas résisté à la critique. Et cette critique n'était nullement captieuse, comme il ressort suffisamment du fait que les attaques des différents critiques, malgré toutes les particularités individuelles, étaient dirigées contre les mêmes points et ont pris la même

direction. Le résultat de toutes ces critiques semble être que le problème principal a été replacé presque au point où il se trouvait avant que Helmholtz n'écrive. L'effet en serait peut-être tragique, s'il n'était jamais légitime de considérer la question du point de vue d'une seule personne.

Mais l'exploit d'Helmholtz, aussi attaquable qu'il puisse être par certains côtés, ne doit pas être sous-estimé. Son œuvre, outre l'accroissement positif des connaissances que nous lui devons, a donné vie et mouvement à toute la question ; elle a encouragé les chercheurs à faire de nouvelles expériences, et a fourni le stimulant pour une masse de nouvelles recherches ; de nouvelles perspectives se sont ouvertes, et les possibilités de se tromper se sont définitivement fermées à jamais. Les expériences nouvelles et les critiques sont d'autant plus faciles qu'il existe des travaux positifs sur lesquels partir.

En pensant qu'une tâche, qui fournit amplement du travail aux psychologues et physiologistes, aussi bien qu'aux physiciens, pouvait être maîtrisée, dans toutes ses principales caractéristiques, du point de vue physique, Helmholtz s'est sans doute trompé. Même ces amis et contemporains à lui qui, vers le milieu du siècle dernier, ont fondé l'école physique de physiologie en coopération avec lui, ont dû reconnaître que le fragment de physique inorganique que nous avons conquis est loin d'être le monde entier. La « Doctrine des Sensations Tonales » est la spéculation d'un génie, l'expression d'une intuition artistique, qui montre la voie le long de laquelle la recherche future pourra se développer. Il faut donc veiller à ne pas jeter par-dessus bord beaucoup de ce qui a de la valeur ainsi que les lacunes qui doivent être mises de côté. Pour quelles raisons Helmholtz lui-même a-t-il prêté si peu attention aux critiques, je ne sais pas. Mais dans la dernière disposition qu'il a prise, d'après laquelle le texte des *Sensations Tonales* devait rester inchangé après sa mort, je pense qu'il a bien agi.

22.

Pour une personne habituée à considérer les choses du point de vue de la théorie de l'évolution, le haut développement de la musique moderne et l'apparition spontanée et soudaine de grands talents musicaux semblent, à première vue, un phénomène des plus singulier et mystérieux. Qu'est-ce que ce développement remarquable du pouvoir de l'ouïe peut avoir à voir avec la préservation de l'espèce ? Ne dépasse-t-il pas de loin la mesure du nécessaire ou du simple utile ? Quelle peut être la signification d'une fine discrimination de hauteur ? À quoi nous sert le sens des intervalles, ou des colorations acoustiques de la musique orchestrale ?

En fait, la même question peut être posée à propos de tout art, quel que soit le domaine du sens dont il tire sa matière. La question est pertinente, aussi, en ce qui concerne l'intelligence d'un Newton, d'un Euler, ou de leurs semblables, qui dépasse apparemment de loin la mesure nécessaire. Mais la question est plus évidente à propos de la musique, qui ne répond à aucun besoin pratique et qui, pour la plupart, ne représente rien. La musique, cependant, est étroitement liée aux arts décoratifs. Pour pouvoir voir, une personne doit avoir le pouvoir de distinguer les directions des lignes. Si elle a un beau pouvoir de distinction, une telle personne peut acquérir, comme une sorte de produit collatéral de son éducation, le sens des combinaisons agréables de lignes. Le cas est le même avec le sens de l'harmonie des couleurs qui suit le développement du pouvoir de distinguer les couleurs, et il en est sans aucun doute de même en ce qui concerne la musique.

Nous devons garder à l'esprit que ce que nous appelons le talent et le génie, si gigantesques que leurs réalisations puissent nous paraître, ne constituent qu'une légère dérogation à la dotation normale. Le talent peut se résoudre en la possession d'un pouvoir psychique légèrement au-dessus de la moyenne dans un certain domaine. Et quant au génie, c'est le talent complété par une capacité d'adaptation

dépassant la période juvénile, et par le maintien de la liberté de franchir les barrières routinières. La naïveté de l'enfant nous ravit et produit presque toujours l'impression du génie. Mais cette impression, en règle générale, s'estompe rapidement, et l'on s'aperçoit que les mêmes énoncés que, en tant qu'adultes, nous avons coutume d'attribuer à la liberté, ont leur source, chez l'enfant, dans un manque de caractère fixe.

Le talent et le génie, comme Weismann l'a bien montré[286], n'apparaissent pas lentement et par degrés dans le cours des générations ; ils ne peuvent pas non plus être le résultat d'un effort et d'une pratique accumulés de la part des ancêtres ; mais ils se manifestent spontanément et soudainement. Pris en relation avec ce qui a été dit ci-dessus, cela aussi est intelligible, si nous voulons seulement réfléchir que les descendants ne sont pas des reproductions exactes de leurs ancêtres immédiats, mais présentent les qualités à la fois de leurs ancêtres et parents immédiats et plus éloignés avec quelques variantes, à présent légèrement diminuées, à présent légèrement augmentées en quantité.

La comparaison de plusieurs enfants des deux mêmes parents est très instructive sur ce point. Nier l'influence du pedigree sur les dispositions psychiques serait aussi déraisonnable que de tout y réduire, comme le font, soit par étroitesse d'esprit, soit par malhonnêteté, les fanatiques modernes de la question de race. Certes, chacun sait par sa propre expérience quelles riches acquisitions psychiques il doit à son milieu culturel, à l'influence de générations disparues depuis longtemps, et à ses contemporains. Les facteurs de développement ne deviennent pas subitement inopérants dans la vie post-embryonnaire[287].

---

[286] Weismann, *Ueber die Vererbung* (À propos de l'hérédité). Jena, 1883 (traduction anglaise, Clarendon Press, Oxford, 1889), p. 43.

[287] Cf. la vue saine et sobre de R. Wallaschek, *Anfänge der Tonkunst* (Les débuts de l'art musical), Leipzig, 1903, pp. 291-98.

14. INFLUENCE DES RECHERCHES ANTÉRIEURES SUR NOTRE CONCEPTION DE LA PHYSIQUE

1.

Quel gain la physique retire-t-elle des investigations précédentes ?[288] En premier lieu, un préjugé très répandu est levé, et avec lui, une barrière. Il n'y a pas de coupure entre le psychique et le physique, pas de dedans et de dehors, pas de « sensation » à laquelle corresponde une « chose » extérieure, différente de la sensation. Il n'y a qu'un seul type d'éléments à partir duquel ces supposés intérieur et extérieur sont formés, – des éléments qui sont eux-mêmes dedans ou dehors, selon l'aspect sous lequel, pour le moment, on les considère.

Le monde des sens appartient à la fois au domaine physique et au domaine psychique. Comme, en étudiant le comportement des gaz, en faisant abstraction des variations de température on arrive à la loi de Mariotte, mais en

[288] J'ai déjà discuté en partie les questions envisagées dans ce chapitre (voir mon *History and Root of the Principle of the Conservation of Energy*, traduit par P. E. B. Jourdain, Chicago, Open Court Publishing Co., 1911, et aussi l'essai sur « The Economical Nature of Physical Inquiry », publié pour la première fois en 1882, et maintenant dans mes *Popular Scientific Lectures*, Chicago, 1894, et voir mes *Mechanik* et *Wärmelehre*). En ce qui concerne l'idée des concepts en tant qu'instruments d'économie de travail, le regretté professeur W. James a attiré mon attention sur les points d'accord entre mes écrits et son essai sur « The Sentiment of Rationality » (*Mind*, Vol. IV, p. 317, juillet 1879). Cet essai, écrit avec une vigueur et une impartialité rafraîchissantes, sera lu par tous avec plaisir et profit.

considérant expressément ces variations de température, on en arrive à la loi de Gay Lussac, mais tout du long de nos recherches l'objet gaz reste le même ; de même, nous étudions la physique dans son sens le plus large quand, en cherchant les connexions du monde des sens, nous laissons entièrement de côté notre propre corps ; tandis que nous étudions la psychologie ou la physiologie des sens lorsque nous portons notre attention principale sur le corps et surtout sur notre système nerveux. Notre corps, comme tout autre, fait partie du monde des sens ; la frontière entre le physique et le psychique est uniquement pratique et conventionnelle. Si, pour les fins supérieures de la science, nous effaçons cette ligne de démarcation, et considérons toutes les connexions comme équivalentes, de nouvelles voies d'investigation ne peuvent manquer de s'ouvrir.

Nous devons considérer comme un gain supplémentaire le fait que le physicien n'est plus intimidé par les instruments intellectuels traditionnels de la physique. Si la « matière » ordinaire doit être considérée simplement comme un symbole mental hautement naturel, construit inconsciemment pour un complexe relativement stable d'éléments sensoriels, cela doit être bien plus le cas avec les atomes et les molécules hypothétiques artificielles de la physique et de la chimie. La valeur de ces outils pour leurs fins spéciales et limitées n'est pas du tout détruite. Comme auparavant, ils restent des moyens économiques de symboliser l'expérience. Mais, à l'instar des symboles de l'algèbre, nous n'avons que peu le droit d'attendre d'eux plus que ce que nous n'y avons mis, et certainement pas plus d'éclaircissements et de révélations que de l'expérience elle-même. Nous nous gardons maintenant, même dans le domaine de la physique, de surestimer la valeur de nos symboles. Encore moins, par conséquent, l'idée monstrueuse d'employer des atomes pour expliquer les processus psychiques ne s'emparera-t-elle jamais de nous ; vu que les atomes ne sont que les symboles de ces complexes

particuliers d'éléments sensoriels que nous rencontrons dans les domaines étroits de la physique et de la chimie.

2.

Les vues fondamentales de l'humanité sont formées par un processus naturel d'adaptation à une sphère d'expérience et de pensée plus ou moins large. Il se peut que le physicien se contente encore de la notion d'une matière rigide, dont les seuls changements sont des mouvements, ou des changements de lieu. D'une telle chose, le physiologiste ou le psychologue ne peuvent rien faire du tout. Mais quiconque a en vue le rassemblement des sciences en un seul tout, doit chercher une conception à laquelle il puisse s'en tenir dans chaque domaine de la science. Or, si nous résolvons tout le monde matériel en éléments qui sont en même temps aussi des éléments du monde psychique et, comme tels, sont communément appelés sensations ; si, de plus, nous regardons comme la seule tâche de la science de rechercher la connexion et la combinaison de ces éléments, qui sont de même nature dans tous les domaines, et leur dépendance mutuelle les uns des autres ; on peut alors raisonnablement s'attendre à construire une structure moniste unifiée sur cette conception, et ainsi se débarrasser des confusions affligeantes du dualisme. En effet, c'est en considérant la matière comme quelque chose d'absolument stable et immuable que l'on détruit en fait le lien entre la physique et la physiologie.

Certes, la critique épistémologique ne peut faire de mal à personne, mais le spécialiste, – le physicien par exemple, – n'a aucune raison de se laisser trop troubler par de telles spéculations. La finesse d'observation et un instinct heureux sont pour lui des guides très sûrs. Ses conceptions, dans la mesure où elles s'avèrent insuffisantes, seront le mieux et le plus rapidement corrigées par les faits. Mais lorsqu'il s'agit de mettre en relation deux domaines adjacents, dont chacun s'est développé à sa manière spéciale et particulière, la

connexion ne peut s'effectuer au moyen des conceptions limitées d'un domaine spécial étroit. Au moyen de considérations plus générales, il faut créer des conceptions qui soient adéquates pour le domaine plus large. Tout physicien n'est pas épistémologue, et tout physicien ne devrait pas l'être, même si c'était possible. Une recherche spéciale demande toute l'énergie d'un homme ; mais l'épistémologie aussi. Peu de temps après la publication de la première édition de ce livre, j'ai été sermonné par un physicien sur la manière erronée dont j'avais conçu ma tâche. Selon lui, il était impossible d'analyser les sensations tant que les trajets des atomes dans le cerveau étaient inconnus ; et quand ils seraient connus, tout le reste suivrait de lui-même. Bien sûr, je n'avais pas beaucoup d'utilité pour des énoncés comme ceux-ci, qui, si j'avais été un jeune homme de l'époque de Laplace, auraient pu tomber sur un terrain fertile et se développer en une théorie psychologique basée sur des « mouvements cachés ». L'effet qu'eurent ces énoncés fut cependant de me faire présenter une excuse silencieuse à Dubois-Reymond avec son *Ignorabimus*[289], – formule que j'avais considérée jusqu'alors comme la plus grande erreur. Après tout, la reconnaissance par Dubois-Reymond de l'insolubilité de son problème était un immense pas en avant ; cette reconnaissance a enlevé un poids à l'esprit de beaucoup d'hommes, comme le montre le succès de son travail, un succès qui est autrement à peine intelligible[290]. En effet, Dubois-Reymond n'a pas fait le pas supplémentaire important, qui consiste à voir que la reconnaissance d'un problème comme insoluble en principe, dépend de la manière erronée de poser la question. Car lui aussi, comme d'innombrables autres, a pris pour le monde réel, les instruments d'une science spéciale.

[289] Voir Wikipédia : *https://bit.ly/3OGe8vc* (NDT).

[290] Dubois-Reymond, *Ueber die Grenzen des Naturerkennens* (A propos des limites de la connaissance de la nature), 1872, 4e. éd.

3.

Les sciences se distinguent d'après la matière dont elles traitent, comme aussi d'après leur manière de la traiter. Mais toute science a pour but la représentation des faits dans la pensée, soit à des fins pratiques, soit pour lever un malaise intellectuel. Pour reprendre la terminologie des « Remarques introductives »[291], la science, pourrait-on dire, naît lorsque la combinaison des autres éléments est imitée par les éléments [Pensée-Ego]. Par exemple, la physique (dans son sens le plus large) naît de la reproduction représentative des éléments [Monde] dans leurs relations entre eux ; la physiologie ou psychologie des sens, en reproduisant de la même manière les relations de [Monde] à [Corps] ; la physiologie, en reproduisant les relations de [Corps] les uns aux autres et à [Monde] ; tandis que la reproduction des [Pensées-Ego] elles-mêmes par d'autres [Pensées-Ego] conduit aux sciences psychologiques proprement dites.

Or, on pourrait être d'avis, disons, en ce qui concerne la physique, que la représentation des faits de données sensorielles a moins d'importance que les atomes, les forces et les lois qui forment, pour ainsi dire, le noyau des faits de données sensorielles. Mais une réflexion impartiale révèle que tout besoin pratique et intellectuel est satisfait au moment où nos pensées ont acquis le pouvoir de représenter les faits des sens totalement. Une telle représentation est, par conséquent, la finalité et le but de la physique ; tandis que les atomes, les forces et les lois ne sont que des moyens facilitant la représentation. Leur valeur s'étend aussi loin, et seulement autant, que l'aide qu'ils apportent.

4.

Notre connaissance d'un phénomène naturel, disons d'un tremblement de terre, est aussi complète que possible lorsque

[291] Voir le chapitre 1 du présent ouvrage (NDT).

nos pensées rassemblent tellement, devant l'œil de l'esprit, tous les faits significatifs pertinents du cas, qu'elles peuvent être considérées presque comme un substitut du phénomène lui-même. Les faits nous apparaissent alors comme de vieilles figures familières, n'ayant aucun pouvoir de nous surprendre. Quand, en imagination, nous entendons les tonnerres souterrains, sentons l'oscillation de la terre, nous figurons la sensation produite par le soulèvement et l'abaissement du sol, le craquement des murs, la chute du plâtre, le mouvement des meubles et des tableaux, l'arrêt des horloges, le cliquetis et le fracas des fenêtres, l'arrachement des montants des portes, le blocage des portes. Quand nous voyons à l'esprit l'ondulation venant en sens inverse passant sur une forêt aussi légèrement qu'une rafale de vent sur un champ de céréales, brisant les branches des arbres. Quand on voit la ville enveloppée d'un nuage de poussière, qu'on entend les cloches se mettre à sonner dans les clochers. Et de plus, lorsque les processus souterrains, qui nous sont actuellement inconnus, apparaîtront en pleine réalité sensorielle devant nos yeux, de sorte que nous verrons le tremblement de terre avancer comme nous voyons un chariot s'approcher au loin jusqu'à ce que finalement nous entendions la terre trembler sous nos pieds, nous ne pouvons pas avoir plus de perspicacité que cela, et nous n'en avons pas besoin de plus.

Si nous ne pouvons pas combiner les faits partiels dans leurs justes proportions sans le secours de certaines conceptions mathématiques ou constructions géométriques auxiliaires, il n'en demeure pas moins vrai que ces constructions ne font que permettre à nos pensées de saisir graduellement et par morceaux ce qu'elles ne peuvent saisir d'un coup. Mais ces conceptions auxiliaires seraient dénuées de valeur si l'on n'atteignait, grâce à leur aide, la représentation graphique des faits de données sensorielles.

Quand je vois en pensée un faisceau de lumière blanche, qui tombe sur un prisme, sortir en une bande de couleurs en forme d'éventail ayant certains angles que je peux spécifier à l'avance ; quand je vois l'image spectrale réelle, obtenue sur

un écran en interposant une lentille, avec les raies de Fraunhofer apparaissant en des points déterminables à l'avance ; quand je vois, dans mon esprit, comment ces lignes changent de position selon l'orientation du prisme qui tourne, selon le changement de sa substance, ou selon le thermomètre en contact avec lui qui change son registre, alors je sais tout ce que je peux exiger savoir. Toutes les conceptions auxiliaires, lois et formules, ne sont que des normes quantitatives, réglant ma représentation sensorielle des faits. Ces derniers sont la fin, les premières sont les moyens.

5.

L'adaptation des pensées aux faits est donc le but de toute recherche scientifique. En cela, la science ne fait que poursuivre délibérément et consciemment ce qui, dans la vie quotidienne, passe inaperçu et va de soi. Dès que nous devenons capables de nous observer nous-mêmes, nous trouvons nos pensées, dans une large mesure, déjà ajustées aux faits.

Nos pensées rassemblent les éléments devant nous en groupes, copiant l'ordre des faits de données sensorielles. Mais l'offre limitée de pensées ne peut pas suivre le rythme de l'expérience qui ne cesse d'augmenter. Presque chaque fait nouveau nécessite une nouvelle adaptation, qui trouve son expression dans l'opération du jugement.

Ce processus est facilement observable chez les enfants. Un enfant, lors de sa première visite de la ville à la campagne, s'égare, par exemple, dans un grand pré, regarde autour de lui et dit avec étonnement : « Nous sommes dans une boule. Le monde est une boule bleue. »[292] Nous avons ici deux

[292] Cet exemple n'est pas fictif, mais a été observé dans le cas de mon enfant de trois ans. Dans ce cas, ce qui est effectivement attesté est un fait physiologique, mais celui-ci n'a été reconnu que tardivement. L'astronomie scientifique commence dans l'Antiquité

jugements. Quel est le processus qui accompagne leur formation ? Dans le premier cas, la représentation sensorielle déjà existante « nous » (lui-même et ses compagnons) est remplie en une image unique au moyen de la représentation d'une boule, qui existait également déjà. De même, dans le second jugement, l'image du « monde » (c'est-à-dire, tous les objets de l'environnement) est complétée par la combinaison avec l'image d'une boule bleue enveloppante (dont la représentation doit aussi avoir été présente, car sinon la désignation en aurait manqué). Un jugement est donc toujours le complément d'une représentation sensorielle afin de représenter plus complètement un fait sensoriel. Si le jugement peut être exprimé par des mots, alors la nouvelle représentation n'est jamais qu'une combinaison d'images-souvenirs anciennement établies, qui peuvent également être suscitées chez une personne à laquelle les mots s'adressent.

Le processus de jugement consiste donc, dans le cas présent, en l'enrichissement, l'extension et la supplémentation de représentations sensorielles par d'autres représentations sensorielles sous la direction des faits de données sensorielles. Si le processus est terminé et que l'image a pris une forme familière, faisant son apparition dans la conscience comme une représentation achevée, alors il ne s'agit plus d'un jugement, mais d'un simple souvenir[293].

---

avec des affirmations naïves similaires, qu'elle pense être physiques.

[293] Je ne puis ici aborder l'examen du processus de jugement en tant que tel. Mais parmi les travaux récents sur le sujet, je voudrais attirer particulièrement l'attention sur *Die Urteilsfunktion* (La fonction de jugement) de W. Jerusalem (Vienne, 1895). Bien que ma propre position ne soit pas celle de l'auteur, j'ai néanmoins été grandement stimulé et instruit par de nombreuses recherches sur des points particuliers contenus dans son livre. Les aspects physiologiques, et en particulier la fonction biologique du jugement, sont exposés de manière très vivante. Sa conception du sujet dans le jugement comme centre de force peut difficilement être qualifiée d'heureuse. D'autre part, on admettra certainement

C'est à la formation d'une telle connaissance intuitive, comme Locke l'appelle, que les sciences naturelles et les mathématiques doivent principalement leur croissance. Considérons, par exemple, les énoncés suivants : (1) l'arbre a une racine ; (2) la grenouille n'a pas de griffes ; (3) la chenille se transforme en papillon ; (4) l'acide sulfurique faible dissout le zinc ; (5) le frottement électrise le verre ; (6) un courant électrique dévie une aiguille aimantée ; (7) un cube a six surfaces, huit sommets, douze arêtes. La première affirmation contient une extension spatiale de la représentation de « l'arbre » ; la seconde affirmation est la correction d'une représentation trop hâtivement généralisée par habitude ; les troisième, quatrième, cinquième et sixième affirmations contiennent des extensions temporelles de leurs représentations respectives. La septième affirmation est un exemple de connaissance intuitive géométrique.

6.

Les connaissances intuitives du type que nous venons de décrire s'impriment dans la mémoire et apparaissent sous la forme de souvenirs qui complètent spontanément chaque fait présenté par les sens. Les différents faits ne sont pas exactement les mêmes. Mais les éléments constitutifs de la représentation sensorielle qui sont communs aux différents cas sont soulignés, et nous arrivons ainsi à un principe qui tient une place primordiale dans la mémoire, – le *principe de*

---

sans difficulté que, dans les premières étapes de la culture et de la formation du langage, les conceptions anthropomorphiques ont exercé une grande influence. D'autres questions d'un genre différent sont discutées par A. Stöhr dans *Theorie der Namen* (Théorie des noms, 1889), *Die Vieldeutigkeit des Urteils* (L'ambiguïté du jugement, 1895), et *Algebra der Grammatik* (Algèbre de Grammaire, 1898). Parmi ces travaux, ceux qui portent sur la relation entre la logique et la grammaire me semblent les plus intéressants.

généralisation ou de continuité la plus large possible. D'autre part, si la mémoire doit rendre justice à la complexité des faits et avoir une réelle utilité pratique, elle doit se conformer au *principe de différenciation suffisante*. Même l'animal est rappelé, par des fruits mous, rouge vif et jaune (vus sans effort sur l'arbre), à leur goût sucré, et par des fruits verts et durs (que l'on voit avec difficulté), à leur goût aigre. Le singe chasseur d'insectes s'empare de tout ce qui bourdonne et vole, mais évite la mouche jaune et noire, la guêpe. Nous avons exprimé ici, assez distinctement, l'effort conjugué pour la plus grande *généralisation et continuité* possibles et pour une *différenciation pratiquement suffisante* de la mémoire. Et les deux fins sont atteintes par le même moyen, la sélection et l'accentuation de ces éléments particuliers des représentations sensorielles qui déterminent la direction que la pensée doit suivre pour s'adapter à l'expérience. Le physicien procède de manière tout à fait analogue, lorsqu'il dit (généralisant) : tous les solides transparents réfractent la lumière incidente vers la perpendiculaire, et lorsqu'il ajoute (différentiant) : les corps amorphes et les cristaux isomères doublent la réfraction[294].

7.

Une grande partie de notre adaptation mentale se fait inconsciemment et involontairement, sous la conduite des faits présentés aux sens. Si cette adaptation est devenue suffisamment complète pour embrasser la grande majorité des faits survenus, et que nous rencontrons par la suite un fait qui va violemment à l'encontre du cours habituel de notre pensée sans que nous puissions découvrir d'emblée le facteur déterminant susceptible de conduire à une nouvelle différenciation, alors un problème se pose. Le nouveau, l'inhabituel et le merveilleux agissent comme un stimulant

[294] Mach fait ici référence à la biréfringence. Wikipédia : *https://bit.ly/3bnnhKB* (NDT).

qui attire irrésistiblement l'attention. Des considérations pratiques, ou même un simple malaise intellectuel, peuvent engendrer la volonté de lever la contradiction ou d'adapter nos pensées au fait nouveau. Ainsi surgit l'adaptation intentionnelle de la pensée, ou investigation.

Par exemple, nous avons tous, à un moment ou à un autre, tout à fait contrairement au cours ordinaire de notre expérience, observé un levier ou une poulie soulevant un gros poids au moyen d'un petit. Nous cherchons le facteur de différenciation, qui ne peut nous être immédiatement révélé par le fait même donné aux sens. Ce n'est que lorsque, comparant divers faits semblables, nous avons constaté l'influence des poids et des bras du levier, et que par nos propres efforts nous sommes parvenus aux concepts abstraits de « moment » ou de « travail », que le problème se trouve résolu. « Moment » ou « travail » est l'élément différenciant. Quand prêter attention au « moment » ou au « travail » est devenu une habitude de pensée, le problème n'existe plus.

8.

Que fait-on quand on fait une abstraction ? Qu'est-ce qu'une abstraction ? Qu'est-ce qu'une notion ? Existe-t-il une image de représentation sensorielle correspondant au concept ? Je ne puis me représenter un homme en général. Je puis tout au plus me représenter un homme particulier, ou peut-être un homme combinant des particularités accidentelles d'hommes différents qui ne s'excluent pas les unes les autres. Un triangle universel, à la fois rectangle et équilatéral, ne peut être imaginé. De plus, l'image s'élevant ainsi à la conscience au nom du concept, et accompagnant le processus conceptuel, n'est pas le concept. En fait, généralement, les mots, étant des désignations qui doivent nécessairement être utilisées pour décrire de nombreuses représentations particulières, sont loin de correspondre complètement à un concept. Un enfant qui a vu pour la première fois un chien

noir et l'a entendu nommer appelle peu après un grand coléoptère noir qui court vite, « chien » ; ou un cochon ou un mouton, « chien »[295]. Toute similitude quelconque lui rappelant la représentation à laquelle le nom a d'abord été donné conduit naturellement à l'utilisation du même nom. Le point de similitude n'a pas du tout besoin d'être le même dans les cas successifs. Elle peut résider, par exemple, tantôt dans la couleur, tantôt dans le mouvement, tantôt dans la forme, tantôt dans le revêtement extérieur ; etc. Il ne s'agit donc pas d'un concept. Ainsi un enfant appelle les plumes d'un oiseau « poils » ; les cornes d'une vache « antennes » ; un blaireau à raser, la barbe de son père, et le duvet d'un pissenlit, sans distinction, « blaireau » ; etc.[296] La plupart des adultes traitent les mots de la même manière, mais moins sensiblement, car ils disposent d'un vocabulaire plus large. L'illettré appelle un rectangle un « carré » ; occasionnellement, il appelle aussi un cube un « carré », à cause de ses limites rectangulaires. La science du langage et un certain nombre d'exemples historiques authentiques montrent que même les nations n'agissent pas différemment[297].

Un concept n'est jamais simplement une représentation achevée. En utilisant un mot désignant un concept, il n'y a rien d'impliqué dans le mot, mais une simple impulsion pour effectuer quelque opération sensorielle familière, à la suite de laquelle un élément sensoriel défini (la marque du concept) est obtenu. Par exemple, quand je pense au concept « heptagone », j'énumère les angles d'une figure visiblement devant moi ou de son image dans ma conscience ; et quand,

---

[295] Ainsi les Marcomans appelaient les lions envoyés sur le Danube par les Romains « chiens », et les Ioniens appelaient les *χάμψαι* du Nil « crocodiles » à cause de leur ressemblance avec les lézards (*κροκόδειλοι*) qui, en Ionie, vivent dans les murs (Hérodote, II, 69.)

[296] Tous ces exemples sont tirés de l'expérience réelle.

[297] Voir W. D. Whitney, *Life and Growth of Language* (Vie et développement du langage), 1875.

ce faisant, j'atteins *sept*, auquel cas le son, le chiffre ou mon doigt peut annoncer la marque sensorielle du nombre, alors, par cet acte même, la représentation donnée tombe sous le concept donné.

En parlant de « nombre carré », je cherche à résoudre le nombre donné en composantes caractérisées par l'opération 5 × 5, 6 × 6, etc., dont le caractère sensoriel, à savoir l'égalité des deux facteurs multipliés, est patent. Il en va de même pour chaque concept. L'activité excitée par le mot peut être composée d'un certain nombre d'opérations dont l'une peut contenir l'autre. Mais le résultat est toujours un élément sensoriel qui n'était pas présent auparavant.

En regardant ou en imaginant un heptagone, le fait qu'il a sept angles n'a pas besoin d'être présent à mon esprit. Ce fait n'est clairement reconnu qu'en comptant. Souvent, le nouvel élément sensoriel peut être si évident (comme c'est le cas, par exemple, dans le cas du triangle) que l'opération de comptage semble inutile. Ces cas sont cependant exceptionnels et constituent la principale source de malentendus sur la nature des concepts. Dans le cas des sections coniques (l'ellipse, la parabole, l'hyperbole), je ne *vois* pas directement que ces courbes relèvent toutes du même concept ; mais je peux découvrir le fait en coupant un cône et en construisant l'équation des coniques.

Lorsque, par conséquent, nous appliquons des concepts abstraits à un fait, le fait agit simplement sur nous comme une impulsion à une activité sensorielle, qui introduit de nouveaux éléments sensoriels, qui à leur tour peuvent déterminer le cours ultérieur de notre pensée en harmonie avec le fait. Par cette activité nous enrichissons et étendons le fait, qui auparavant était trop maigre pour nous. Nous faisons ce que fait le chimiste avec sa dissolution incolore de sels, lorsque par une opération définie il en fait sortir un précipité jaune ou brun qui a le pouvoir de différencier le cours de sa pensée. Le concept du physicien est une activité-réaction définie, qui enrichit un fait d'éléments sensoriels nouveaux.

Une petite mesure de dotation sensorielle et un très faible degré de mobilité suffisent à la formation de concepts, comme le montre l'histoire du développement mental de Laura Bridgman, aveugle, sourde et muette, qui a été rendu accessible au plus grand nombre par l'intéressant petit livre de Jerusalem[298]. Chez Laura Bridgman, le sens de l'odorat était presque entièrement absent ; son seul canal de perception des perturbations et des vibrations sonores était la plante de ses pieds et le bout de ses doigts – sa peau, en somme ; pourtant elle a réussi à former des concepts simples. En se promenant et en bougeant les mains, elle découvre les signes tactiles (les caractéristiques de classe) d'une porte, d'une chaise, d'un couteau, etc. La puissance de l'abstraction ne va, en effet, pas très loin. Les concepts les plus abstraits auxquels elle a pu accéder semblent avoir été les nombres. Dans l'ensemble, ses processus mentaux restaient, assez naturellement, attachés à des représentations spécifiques. La preuve en est qu'elle prend les sommes dans un livre scolaire comme lui étant spécialement destinées (*op. cit.*, p. 25), et son idée que le paradis, ou le monde au-delà, est une école (*op. cit.*, p. 30).

9.

Pour revenir à un exemple précédent, lorsque nous voyons un levier, nous sommes poussés à mesurer la longueur de ses bras, à peser ses poids et à multiplier les nombres représentant les longueurs de ses bras par les nombres représentant les valeurs de ses poids. Si le même symbole numérique sensoriel correspond aux deux produits, nous nous attendons à un équilibre. Nous avons ainsi acquis un nouvel élément sensoriel qui n'était pas auparavant donné dans le fait brut lui-même, mais qui différencie maintenant

[298] W. Jerusalem, *Laura Bridgman*, Vienne, Pichler, 1891. Cf. également L. W. Stern, *Helen Keller*, Berlin, 1905 ; Jerusalem, « Marie Heurtin », *Oesterreichische Rundschau*, Vol. III, pp. 292, 426 (1905).

le cours de notre pensée. Si nous gardons bien à l'esprit le fait que la pensée conceptuelle est une réaction-activité qui doit être pratiquée à fond, nous comprendrons le fait bien connu que personne ne peut se familiariser avec les mathématiques ou la physique ou avec aucune science naturelle par une simple lecture sans exercice pratique. Comprendre ici dépend entièrement de l'action. En fait, il est impossible, dans aucun domaine, de saisir les abstractions supérieures sans une connaissance pratique de ses détails.

Les faits sont alors étendus et enrichis, et finalement à nouveau simplifiés, par la manipulation conceptuelle. Car lorsque le nouvel élément sensoriel déterminant est trouvé (par exemple, le nombre représentant les moments virtuels du levier), alors l'attention est dirigée vers lui seul, et les groupes de faits les plus divers se ressemblent et ne se ressemblent pas uniquement en vertu de cet élément. Ainsi, ici aussi, comme dans le cas de la connaissance intuitive, tout se ramène à la découverte, à la sélection et à l'accentuation des éléments sensoriels déterminants. L'investigation n'atteint ici que par un détour ce qui se présente immédiatement à la cognition intuitive.

Le chimiste avec ses réactifs, le physicien avec sa toise, sa balance et son galvanomètre, et le mathématicien traitent tous les faits exactement de la même manière, la seule différence étant que le mathématicien a le moins besoin de sortir des éléments [Pensée-Ego] [Corps] dans son prolongement des faits. Les aides du mathématicien sont toujours à portée de main. L'investigateur et toute sa pensée ne sont qu'un fragment de la nature, comme tout le reste. Il n'y a pas de véritable abîme entre lui et les autres fragments. Tous les éléments sont équivalents.

Selon la théorie précédente, l'essence de l'abstraction n'est pas épuisée en la qualifiant (avec Kant) d'attention négative. Il est vrai que, dans l'abstraction, l'attention *se détourne* de nombreux éléments sensoriels, mais d'autre part, elle est tournée vers d'autres éléments sensoriels nouveaux ; et précisément ce dernier fait est le trait essentiel. Toute

abstraction est fondée sur la prééminence donnée à certains éléments sensoriels.

10.

Dans l'exposé précédent de mes vues, j'ai laissé ce que j'écrivais en 1886 tel quel ; mais en même temps je voudrais renvoyer le lecteur aux explications supplémentaires contenues dans un de mes travaux ultérieurs[299]. Dans la seconde édition des *Prinzipien der Wärmelehre* (1900), j'ai également mentionné les ouvrages de H. Gomperz et Ribot, parus depuis 1897 ; ces ouvrages contiennent des recherches qui, à bien des égards, ont une certaine affinité avec les miennes. Gomperz et Ribot excluent tous deux les concepts scientifiques du champ de leur enquête et ne traitent que des concepts vulgaires qui ont été fixés dans les mots du langage courant des relations quotidiennes. Je suis, au contraire, d'avis que la nature des concepts est nécessairement beaucoup plus clairement exposée dans les concepts scientifiques, qui ont été consciemment formés et appliqués, que dans les concepts vulgaires. Ces derniers sont si vagues qu'ils peuvent à peine être considérés comme des concepts propres. Les mots du langage ordinaire ne sont que des signes familiers qui occasionnent des habitudes de pensée également familières. Le contenu conceptuel de tels mots, dans la mesure où il a une forme définie, est à peine présent à la conscience, comme Ribot l'a également constaté par ses expériences statistiques. Je ne doute pas que, si Ribot et Gomperz avaient formulé leur enquête de manière à inclure également des concepts scientifiques, mon accord avec eux serait encore plus étendu qu'il ne l'est en réalité.

Nous avons choisi le moment statique comme exemple simple de concept. Des concepts compliqués exigeront un système compliqué de réactions, s'appuyant sur des parties

[299] *Prinzipien der Wärmelehre* (Principes de la thermodynamique), 1896 ; 2e éd., 1900, pp. 415-422.

plus ou moins grandes du système nerveux central, et aidant à créer un système d'éléments sensoriels d'autant plus compliqué caractérisant le concept. Probablement les difficultés signalées par J. von Kries ne sont pas insurmontables dans cette théorie[300]. (cf. pp. 79-80 ci-dessus.)

11.

Les faits donnés par les sens sont donc à la fois le point de départ et le but de toutes les adaptations mentales du physicien. Les pensées qui suivent immédiatement le fait sensoriel sont les plus familières, les plus fortes et les plus intuitives. Là où nous ne pouvons pas immédiatement suivre un fait nouveau, les pensées les plus fortes et les plus familières se pressent pour lui donner une forme plus riche et plus définie. Ce processus est la source de toutes les hypothèses et spéculations de la science, qui trouvent toutes leur justification dans l'adaptation mentale qui les développe et finalement leur donne naissance. Ainsi nous pensons les planètes comme des projectiles, nous nous figurons un corps électrique comme recouvert d'un fluide qui agit à distance, nous pensons la chaleur comme une substance qui passe d'un corps à l'autre, jusqu'à ce que finalement les faits nouveaux deviennent aussi familiers et aussi intuitifs que les plus anciens, que nous avons utilisés comme aides mentales. Même là où l'intuition immédiate est hors de question, les pensées du physicien, en observant attentivement le principe de continuité et de différenciation suffisante, s'ordonnent en un système économiquement assorti de réactions conceptuelles, qui conduisent, au moins par le chemin le plus court, à la connaissance intuitive. Tous les calculs, constructions, etc., ne sont que des moyens intermédiaires,

[300] J. von Kries, *Die materiellen Grundlagen der Bewusstseins Erscheinungen* (Les fondements matériels des manifestations de la conscience), Fribourg-en-Brisgau, 1898.

procédant pas à pas, et utilisant toujours la perception sensorielle comme support, pour atteindre ce genre d'intuition dans les cas où elle ne peut pas être atteinte immédiatement.

12.

Considérons à présent les résultats de l'adaptation mentale. Les pensées ne peuvent s'adapter qu'à ce qui est constant dans les faits ; c'est seulement la reconstruction mentale d'éléments *constants* qui peut rapporter des avantages au point de vue économique. C'est là que se trouve le fondement ultime de notre effort pour la continuité dans la pensée, c'est-à-dire pour la conservation de la plus grande constance possible, et de cette façon aussi, les résultats de l'adaptation sont rendus intelligibles[301]. Continuité, économie et constance se conditionnent mutuellement, elles ne sont en réalité que des aspects différents d'une même propriété de toute saine pensée.

13.

La constante inconditionnelle que nous appelons substance. Je vois un corps en tournant les yeux dans sa direction. Je peux le voir sans le toucher, je peux le toucher sans le voir. Bien que l'apparence réelle des éléments constitutifs du complexe soit déterminée de cette manière par certaines conditions, j'ai encore ces conditions trop absolument en mon pouvoir pour les apprécier ou les remarquer nettement. Je considère le corps, ou le complexe d'éléments, ou le noyau de ce complexe, comme toujours présent, qu'il soit, pour le moment, l'objet de mes sens ou non. Ayant toujours prêt la pensée de ce complexe, ou, symboliquement, la pensée de son noyau, j'ai l'avantage de pouvoir prévoir, et j'évite

[301] Cf. mon *The Science of Mechanics*, traduit par T. J. M'Cormack, Chicago, Open Court Publishing Co., 1893, p. 504.

l'inconvénient d'être surpris. Mon comportement est le même à l'égard des éléments chimiques, qui m'apparaissent aussi inconditionnellement constants. Bien qu'ici ma simple volonté ne soit pas suffisante pour faire des complexes en question des faits sensoriels, et bien que dans le cas présent des aides externes (par exemple, des corps extérieurs à mon propre corps) soient également nécessaires, je laisse encore ces aides de côté dès que les complexes me sont devenus familiers, et je regarde les éléments chimiques comme simplement constants. L'homme qui croit aux atomes les traite d'une manière analogue.

De la même manière que pour le complexe d'éléments correspondant à un corps, on peut aussi procéder, sur un plan supérieur d'adaptation de la pensée, avec des domaines entiers de faits. En parlant d'électricité, de magnétisme, de lumière et de chaleur, même en n'associant pas à ces noms des substances spéciales, nous attribuons cependant une constance à ces domaines de faits, laissant entièrement de côté les conditions familières dans lesquelles ils apparaissent ; et nous tenons toujours prêtes les idées qui les reproduisent, gagnant ainsi un avantage semblable à celui expliqué ci-dessus. Quand je dis qu'un corps est « électrique », beaucoup plus de souvenirs surgissent dans mon esprit, et mes attentes sont associées à des groupes de faits beaucoup plus précis, que si j'avais mis l'accent, par exemple, sur les attractions affichées dans les cas isolés[302]. Pourtant, cette hypostase peut aussi avoir ses inconvénients. D'abord, en procédant ainsi, nous suivons toujours les mêmes voies historiques. Il peut cependant être important de reconnaître qu'il n'existe pas de fait électrique spécifique, que tout fait de ce genre peut tout aussi bien être considéré, par exemple, comme un fait chimique, ou comme un fait thermique, ou plutôt que tous les faits physiques sont constitués, en fin de compte, des mêmes éléments sensoriels (couleurs, pressions,

[302] Mach fait ici référence aux expériences avec l'électricité données en spectacle au XIXe siècle (NDT).

espaces, temps), et que le terme « électrique » nous rappelle simplement la forme particulière sous laquelle nous avons pris connaissance du fait pour la première fois.

Si nous nous sommes une fois habitués à considérer le corps vers lequel et à partir duquel nous pouvons, à volonté, tourner notre regard ou notre main, comme constant, alors il nous est facile de faire de même dans les cas où les conditions de la manifestation sensorielle sont entièrement hors de notre pouvoir, – par exemple, dans le cas du soleil et de la lune, que nous ne pouvons pas toucher, ou de parties du monde que nous n'avons vu qu'une fois et que nous ne reverrons peut-être jamais, ou que nous ne connaissons que par description. Une telle façon de procéder peut avoir une grande importance pour une conception non perturbée et économique du monde, mais ce n'est certainement pas la seule méthode légitime. Ce ne serait qu'un pas supplémentaire cohérent, si nous devions considérer tout le passé, qui est, en effet, toujours présent dans ses vestiges (puisque, par exemple, nous voyons les étoiles là où elles étaient il y a des milliers d'années), et l'ensemble du futur, qui est présent en germe (puisque, par exemple, notre système solaire sera vu là où il se trouve maintenant, dans des milliers d'années), comme une constante. Tout le passage du temps, en effet, dépend uniquement des conditions de notre sensibilité. Si un but spécial était donné, même cette étape pourrait être risquée

14.

La constance réellement inconditionnée n'existe pas, comme il ressort des considérations précédentes. Nous n'atteignons l'idée de constance absolue que si nous négligeons ou sous-estimons les conditions, ou si nous les considérons comme toujours données, ou si nous les négligeons délibérément. Il n'y a qu'une seule sorte de constance qui embrasse tous les cas qui se présentent, c'est la constance de connexion ou de relation. La substance, encore une fois, ou la matière, n'est

pas quelque chose d'inconditionnellement constant. Ce que nous appelons matière est une combinaison d'éléments ou de sensations selon certaines lois. Les sensations liées aux différents organes des sens d'un homme particulier dépendent les unes des autres selon des lois, comme le sont les sensations de différents hommes. C'est en cela que consiste la matière. L'ancienne génération, en particulier les physiciens et les chimistes, sera alarmée par cette proposition de ne pas traiter la matière comme quelque chose d'absolument constant, mais de prendre comme constante, à la place, une loi fixe de connexion entre des éléments qui en eux-mêmes semblent extrêmement instables. Même des esprits plus jeunes peuvent trouver cette conception difficile ; mais ce point de vue est inévitable, bien que j'aie moi-même à un moment donné mené une grande lutte pour y parvenir. Nous devrons nous décider à un tel changement radical dans la méthode de notre pensée, si nous voulons échapper à l'alternative de l'impuissance perpétuellement récurrente devant ces questions.

Il ne saurait être question d'abolir de l'usage quotidien ordinaire la conception vulgaire de la matière qui s'est instinctivement développée à cette fin. De plus, tous nos concepts de mesure physique peuvent être maintenus, ne recevant que l'élucidation critique que j'ai essayé d'effectuer pour la mécanique, la chaleur, l'électricité, etc. Les concepts purement empiriques prennent ici la place de la métaphysique. Mais la science ne subit aucune perte lorsqu'une « matière », qui est quelque chose de rigide, stérile, constant, inconnu, est remplacée par une loi constante, dont les détails sont encore susceptibles d'explications ultérieures au moyen de recherches physico-physiologiques. Ce faisant, notre but n'est pas de créer une nouvelle philosophie ou métaphysique, mais de favoriser les efforts que les sciences positives font en ce moment pour s'accommoder mutuellement.

15.

Les propositions des sciences naturelles n'expriment que des constances de connexion tel que : « Le têtard se transforme en grenouille. Le chlorate de sodium fait son apparition sous forme de cubes. Les rayons de lumière sont rectilignes. Les corps tombent avec une accélération de 9,81 m/s^2. » Lorsque ces constances sont exprimées en concepts, nous les appelons lois. La force (au sens mécanique) n'est également qu'une constance de connexion. Quand je dis qu'un corps *A* exerce une force sur un corps *B*, je veux dire que *B*, en venant en contraposition avec *A*, est immédiatement affecté d'une certaine accélération par rapport à *A*.

L'illusion singulière que la substance *A* est le véhicule absolument constant d'une force qui agit immédiatement dès que *B* est contraposé à *A*, est facilement éliminée. Si nous, ou plus exactement nos organes des sens, sommes mis à la place de *B*, ici intervient une condition qui, vu qu'il est possible à tout moment de la remplir, est invariablement ignorée, et ainsi *A* nous apparaît absolument constant. De même, un aimant, qu'on voit aussi souvent qu'on a envie de regarder dans sa direction, nous apparaît comme le véhicule constant d'une force magnétique, qui n'agit qu'en s'approchant d'une particule de fer, ce que nous ne pouvons, sans nous en apercevoir, ignorer aussi facilement que nous le pouvons nous-mêmes[303]. Les assertions « Aucune matière sans force,

[303] Pour l'enfant tout paraît substantiel, pour la perception duquel seuls ses sens sont nécessaires. L'enfant demande où va l'ombre, où va la lumière éteinte. Il ne laissera pas tourner la machine électrique très longtemps de peur d'épuiser la réserve d'étincelles, etc. Un garçon de moins d'un an voulait, quand son père sifflait un air, attraper les notes de ses lèvres. Même chez les enfants plus âgés, nous trouvons la tentative de saisir des images consécutives colorées, etc. Ce n'est qu'en notant les conditions d'un fait qui sont en dehors de nous-mêmes que l'impression de substantialité disparaît. L'histoire de la théorie de la chaleur est très instructive à cet égard.

aucune force sans matière », qui ne sont que des tentatives avortées pour supprimer une contradiction auto-infligée, deviennent superflues lorsque nous ne reconnaissons que des constances de connexion.

16.

Étant donné une constance suffisante de l'environnement, il se développe une constance correspondante de la pensée. En vertu de cette constance, nos pensées sont spontanément poussées à compléter les faits à demi observés. Cette impulsion vers la complétion n'est pas motivée par les faits individuels tels qu'ils sont observés sur le moment ; elle n'est pas non plus créée intentionnellement ; mais nous la trouvons opérante en nous entièrement sans notre intervention personnelle. Elle nous confronte comme une puissance extérieure, mais comme une puissance qui nous accompagne et nous assiste continuellement, comme une chose dont nous avons besoin pour compléter les faits. Bien qu'elle soit développée par l'expérience, elle contient plus que ce qui est contenu dans l'expérience uniquement. L'impulsion, dans une certaine mesure, enrichit le fait unique. À travers elle, le fait est plus pour nous. Avec cette impulsion, nous avons toujours une plus grande portion de la nature dans notre champ de vision, que l'homme inexpérimenté en a avec le seul fait. Car l'être humain, avec ses pensées et ses impulsions, n'est lui-même qu'un morceau de nature, qui s'ajoute au fait unique. Cette impulsion, cependant, ne peut prétendre à l'infaillibilité, et il n'existe aucune nécessité obligeant les faits à y correspondre. Notre confiance en elle repose entièrement sur la supposition, qui a été étayée par de nombreux essais, de la suffisance de notre adaptation mentale, – une supposition, cependant, qui doit être prête à être contredite à tout moment.

Toutes nos idées représentant des faits n'ont pas la même constance. Toutes les fois que nous avons un intérêt spécial pour la représentation des faits, nous nous efforçons

d'appuyer et de corroborer des idées de moindre constance par des idées de plus grande constance, ou de les remplacer par celles-ci. Ainsi, Newton concevait les planètes comme des projectiles, bien que les lois de Kepler soient déjà bien connues, et les marées comme attirées par la lune, bien que les faits de leur mouvement fussent depuis longtemps établis. Nous ne pensons pas comprendre l'aspiration d'une pompe ou l'écoulement d'un siphon tant que nous n'avons pas mentalement ajouté la pression de l'air qui maintient ensemble la chaîne de particules. De même, nous cherchons à concevoir les processus électriques, optiques et thermiques comme des processus mécaniques. Ce besoin de l'appui des pensées les plus faibles par les pensées les plus fortes est aussi appelé besoin de causalité, et est le moteur de toutes les explications scientifiques. Nous préférons naturellement, comme fondement de ce processus, les pensées les plus fortes et les plus éprouvées, et celles-ci nous sont données par nos fonctions mécaniques les plus exercées, que nous pouvons tester à nouveau à tout moment sans appareils nombreux ou encombrants. D'où l'autorité des explications mécaniques, surtout celles par pression et choc. Une autorité correspondante et encore plus élevée s'attache aux pensées mathématiques, car dans leur développement nous n'avons besoin d'aucun moyen étranger quel qu'il soit, mais, au contraire, nous portons invariablement avec nous la plus grande partie du matériel d'expérimentation. Mais une fois que l'on en est averti, le besoin d'explications mécaniques s'en trouve sensiblement affaibli[304].

[304] Les expériences physiques autres que mécaniques peuvent s'approcher de la valeur des expériences mécaniques à mesure qu'elles deviennent plus familières. À mon avis, Stricker a avancé une point de vue correct et important en mettant la causalité en rapport avec la volonté (*Studien über die Assoziation der Vorstellungen* (Études sur l'association des idées), Vienne, 1883). Lorsque j'étais un jeune maître de conférence en 1861, j'ai moi-même défendu avec beaucoup de chaleur et de partialité (dans l'exposition de la méthode de différence de Mill) le point de vue

J'ai déjà souvent fait remarquer qu'une soi-disant explication « causale » n'est rien de plus que l'énoncé ou la description d'un fait réel ou d'une connexion entre des faits, et je pourrais simplement me référer ici aux discussions détaillées de ma *Theory of Heat* (Théorie de la chaleur) et de mes *Popular Lectures* (Conférences populaires). Mais, comme les gens qui n'ont pas fait une étude spéciale de la physique croient toujours qu'ils élargissent la base et accroissent la profondeur de leur pensée s'ils supposent une différence fondamentale entre une description scientifique (par exemple, du développement d'un embryon) et une explication physique, permettez-moi peut-être d'ajouter quelques mots de plus à ce sujet.

Lorsqu'on décrit la croissance d'une plante, on s'aperçoit qu'entre en jeu une si immense variété de circonstances variant d'un cas à l'autre, que ce n'est que dans les traits les plus larges tout au plus que notre description peut espérer s'appliquer universellement, tandis que comme en ce qui concerne les moindres détails, cela ne peut être exact que pour le cas individuel. C'est exactement ce qui se passe en physique quand les circonstances sont un peu compliquées ; la seule différence étant que les circonstances sont généralement plus simples et mieux connues. C'est pourquoi il nous est plus facile en physique de séparer les circonstances expérimentalement, et intellectuellement aussi, au moyen de l'abstraction. La schématisation est plus facile. Pour les astronomes de l'Antiquité, décrire le mouvement des planètes était une tâche analogue à ce que la description du développement d'une plante est pour un botaniste moderne. La découverte des lois de Kepler dépend d'une schématisation

---

exprimé par la suite par Stricker. Et l'idée ne m'a jamais tout à fait quitté (cf., par exemple, ma *Science of Mechanics*, traduction anglaise, pp. 84, 304, 485). Cependant, je suis actuellement d'avis, comme le montre la discussion ci-dessus, que cette question n'est pas si simple, et doit être regardée de plusieurs côtés, (Cf. *Wärmelehre*, 2e éd., 1900, p. 432).

heureuse et assez grossière. Plus nous considérons une planète de près, plus son mouvement devient individuel et moins il suit exactement les lois de Kepler. À proprement parler, toutes les planètes se déplacent différemment, et la même planète se déplace différemment à des moments différents. Or, lorsque Newton donne une « explication causale » des mouvements planétaires en montrant qu'une particule de masse m acquiert à travers une autre particule m' l'accélération $\varphi = \frac{km'}{r^2}$, et que les accélérations déterminées dans la première particule par différentes particules sont sommées géométriquement, il ne fait que signaler ou décrire des faits qui, bien que par un chemin détourné, ont encore été atteints par l'observation.

Considérons en quoi consiste le processus. Les circonstances déterminant les mouvements planétaires sont d'abord isolées les unes des autres, c'est-à-dire les particules individuelles de masse et leurs distances les unes des autres. La relation entre deux particules de masse est très simple, et nous pensons connaître toutes les circonstances, masse et distance, qui déterminent cette relation. Si nous avons une description qui s'est avérée correcte pour quelques cas, nous l'étendons au-delà des limites de l'expérience et supposons qu'elle est universellement correcte, en même temps sans tenir compte de la possibilité de toute perturbation d'une cause inconnue et étrangère ; en cela, en effet, nous pouvons nous tromper, comme nous le ferions, par exemple, si la gravité devait s'avérer être transférée à travers un milieu et exiger du temps pour son transfert. La modification de la relation est également simple, comme on l'a fait remarquer, lorsqu'à deux particules on ajoute une troisième, et à celles-ci une quatrième, et ainsi de suite. Ainsi la description de Newton n'est pas, en fait, la description d'un cas individuel ; c'est une description en termes d'éléments.

Newton, en décrivant la manière dont les éléments de masse sont liés les uns aux autres dans les éléments de temps, nous indique comment nous pouvons décrire en termes

d'éléments n'importe quel cas individuel que nous voulons, selon son modèle. Il en est de même de tous les autres cas que la physique théorique maîtrise. Mais cela ne signifie pas que l'essence de la description n'est modifiée en aucune façon. Ce à quoi nous avons à faire, c'est à une description générale en termes d'éléments. Si l'on peut se contenter d'une représentation des phénomènes au moyen d'équations différentielles, – un point de vue que j'ai recommandé il y a longtemps (*Mechanik*, 1883, 4e éd., 1901, p. 530) et qui semble venir de plus en plus plus en faveur, – cela revient en fait à reconnaître que l'explication n'est rien de plus qu'une description en termes d'éléments. Chaque cas particulier peut alors être constitué d'éléments spatiaux et temporels dont les relations sont décrites par des équations.

17.

Il a été dit plus haut que l'homme lui-même est un fragment de la nature. Permettez-moi d'illustrer cela par un exemple. Pour le chimiste, une substance peut être suffisamment caractérisée simplement par ses sensations. Dans ce cas, le chimiste lui-même fournit, par des moyens intérieurs, toute la richesse de fait nécessaire à la détermination de son cours de pensée. Mais, dans d'autres cas, le recours à la réaction à l'aide de moyens extérieurs peut être nécessaire. Lorsqu'un courant électrique circule autour d'une aiguille magnétique située dans son plan, le pôle Nord de l'aiguille est dévié vers ma gauche, si je m'imagine comme le nageur d'Ampère dans le courant. J'enrichis le fait (courant et aiguille) qui ne suffit pas à lui seul à définir le sens de ma pensée, en m'introduisant dans l'expérience par une réaction intérieure. Je peux également poser ma montre dans le plan du circuit, de sorte que l'aiguille se déplace dans le sens du courant. Ensuite, le pôle Sud tombe devant, le pôle Nord derrière le cadran. Ou je puis faire du circuit parcouru par le courant un cadran solaire (sur le plan duquel la montre a en effet été

modelée[305]), en l'arrangeant pour que l'ombre suive le courant. Dans ce cas, le pôle Nord se déplacera vers le côté ombré du plan du courant. Les deux dernières réactions mentionnées sont des réactions *extérieures*. Les deux types de réactions ne pourraient être utilisés indifféremment s'il existait un abîme entre moi et le monde. La nature est un tout unique. Le fait que les deux espèces de réactions ne soient pas connues dans tous les cas, et que fréquemment l'observateur paraisse entièrement sans influence, ne prouve rien contre la thèse avancée.

La droite et la gauche nous paraissent semblables, contrairement à l'avant et à l'arrière, et au-dessus et au-dessous. Pourtant il est certain qu'il ne s'agit que de sensations différentes, submergées par des sensations similaires plus fortes. L'espace de la sensation a donc trois directions fortement marquées et essentiellement différentes. D'un point de vue métrique, toutes les directions de l'espace géométrique sont identiques. Notre sensation immédiate représente des formes symétriques comme équivalentes ; mais sur le plan physique, ils ne sont en aucun cas équivalents. L'espace physique a également trois directions essentiellement différentes, qui se manifestent le plus clairement dans un milieu triclinique[306], dans le comportement d'un élément électromagnétique. Les mêmes propriétés physiques apparaissent également dans notre propre corps, raison pour laquelle nos corps peuvent être utilisés comme réactifs dans des problèmes physiques. Si nous avions une connaissance physiologique exacte d'un élément de notre corps, nous aurions ainsi posé, pour l'essentiel, les bases de notre compréhension de l'univers physique. (cf. p. 109.)

[305] Par la direction dans laquelle ses aiguilles se déplacent, la montre annonce sa descendance du cadran solaire et sa découverte dans l'hémisphère nord.

[306] Voir note 169, p. 192 (NDT).

18.

J'ai maintes fois souligné l'unité du physique et du psychique, mais il vaut la peine de considérer encore une fois cette unité sous un de ses aspects particuliers. Notre vie psychique, en tant que nous entendons par ce terme nos représentations, semble être parfaitement indépendante des processus physiques ; elle semble être un monde en soi, avec des lois plus libres qui lui sont propres, des lois qui sont d'un autre ordre. Mais il est certain qu'il ne s'agit là que d'une simple illusion, causée par le fait que seule une infime partie des traces des processus physiques prend vie dans nos représentations. Les circonstances qui déterminent ce fragment sont beaucoup trop compliquées à saisir, de sorte qu'il est impossible d'établir une règle précise pour son apparition. Pour déterminer quelles pensées un physicien, par exemple, rattachera à l'observation d'un fait optique particulier, il faudrait connaître les événements antérieurs de sa vie, la force des impressions qu'ils ont laissées derrière eux, et les faits du développement de la culture générale et technique qui l'a influencé ; et enfin il faudrait être en mesure de tenir compte de sa disposition mentale du moment. Pour faire tout cela, il faudrait enrôler comme auxiliaire toute la physique, dans son sens le plus large, et à un stade de développement inatteignable[307].

Considérons maintenant l'autre côté du tableau. Un fait physique, dont nous faisons l'expérience pour la première fois, nous est étranger. Si cela se produisait d'une manière tout à fait différente de celle dont cela se produit réellement, cela ne serait pas pour autant plus déroutant. La manière

[307]Ainsi, bien que mon idéal de la psychologie soit qu'elle soit purement physiologique, je considérerais néanmoins comme une grande erreur de rejeter entièrement la psychologie dite « introspective ». Car l'auto-observation n'est pas seulement un moyen important, mais dans de nombreux cas c'est le seul moyen d'obtenir des informations sur des faits fondamentaux.

dont il se produit ne nous paraît déterminée par rien, encore moins déterminée de manière unique. Ce qui confère à la manière dont un fait physique se produit son caractère de déterminité ne peut être compris qu'à partir du développement de notre psychisme. La partie représentationnelle de notre vie mentale est l'agent qui tire d'abord le fait de son isolement, le met en contact avec une abondance d'autres faits, puis l'investit de déterminité, en vertu de la nécessité de s'accorder avec ces autres faits et pour l'exclusion de la contradiction. La science psychologique est auxiliaire de la physique. Les deux se soutiennent mutuellement, et ce n'est que lorsqu'elles sont réunies qu'une science complète se forme. De notre point de vue, l'antithèse du sujet et de l'objet, au sens ordinaire, n'existe pas. La question du degré de précision avec lequel les représentations copient les faits est, comme toute autre question, un problème de science naturelle.

19.

Chaque fois qu'il arrive, dans un complexe d'éléments, que certains des éléments soient remplacés par d'autres, alors une constance de connexion d'un genre devient d'un genre différent. Dans de tels cas, il est souhaitable de découvrir une constance qui survit à ce changement. J. R. Mayer[308] fut le premier à ressentir ce besoin, et y répondit en énonçant son concept de « force », qui correspond au concept technique et mécanique de « travail » (Poncelet), ou plus exactement au concept plus général d'« énergie » (Young). Mayer conçoit cette force (ou énergie) comme quelque chose d'absolument constant (comme une réserve de quelque chose, comme une matière), renvoyant ainsi aux notions intuitives les plus tenaces. On s'aperçoit, à partir de la lutte de Mayer avec les

[308] Julius Robert von Mayer (1814-1878) est médecin et physicien, qui formula (après Joule et Sadi Carnot), le premier principe de la thermodynamique. Wikipédia : *https://bit.ly/3QUZz8T* (NDT).

expressions et les énoncés de philosophie générale (remarquables dans le premier et le second de ses traités), qu'il a d'abord ressenti instinctivement et intuitivement le besoin urgent d'un tel concept de force. Mais sa grande réussite n'a été accomplie qu'en adaptant les concepts physiques existants aux exigences des faits ainsi qu'à ses besoins[309].

20.

Lorsque l'adaptation est adéquate, les faits sont spontanément reproduits par les pensées, et les faits incomplètement donnés sont complétés. La physique ne peut agir que comme une norme quantitative régulant et donnant une conformation plus précise aux pensées coulant spontanément, convenablement aux besoins pratiques ou scientifiques. Quand je vois un corps projeté horizontalement, l'image intuitive d'un projectile en mouvement peut se présenter à mon esprit. Mais l'artilleur ou le physicien en demande plus. Il doit savoir, par exemple, que si en appliquant la toise *M* aux abscisses horizontales de la trajectoire du projectile, il peut compter jusqu'à 1, 2, 3, 4…, il doit, en appliquant la mesure *M'* aux ordonnées verticales, compter aussi jusqu'à 1, 4, 9, 16… pour atteindre un point de la trajectoire. La fonction de la physique consiste donc à enseigner qu'un fait qui, sur une réaction définie *R* donne une marque sensorielle *E*, donne aussi, sur la production d'une réaction différente *R'*, une seconde marque sensorielle *E'*. Par ce moyen, il est possible de suppléer plus exactement aux lacunes de faits incomplètement donnés.

L'introduction en physique des mesures universellement comparables, ou soi-disant « absolues », – la réduction de toutes les mesures physiques à des unités telles que le centimètre, le gramme et la seconde (longueur, masse et temps), – a un résultat particulier. Il existe en tout cas une

[309] Cf. *Prinzipien der Wärmelehre*, 2e éd., 1900.

tendance à considérer tout ce qui peut être physiquement saisi et mesuré, tout ce qui peut être énoncé de manière à devenir un bien commun, comme « objectif » et « réel », par opposition aux sensations subjectives ; et les mesures absolues paraissent donner quelque appui à cette opinion, et lui fournir un motif psychologique, sinon un motif logique. Tout se passe comme si ce que nous appelons « sensations » au sens familier, était quelque chose de tout à fait superflu en physique. En effet, si l'on y regarde de plus près, le système d'unités de mesure peut encore être simplifié davantage. Car la mesure numérique de la masse est donnée par un rapport d'accélérations, et la mesure du temps peut se réduire à la mesure d'angles ou de longueurs d'arcs. Par conséquent, la mesure des longueurs est la base de toutes les mesures. Mais nous ne mesurons pas simplement l'espace ; nous avons besoin d'un étalon matériel de mesure, et avec cela tout le système des sensations multiples est à nouveau ramené. Ce ne sont que des représentations de sens intuitives qui peuvent conduire à la formulation des équations de la physique, et c'est précisément dans de telles représentations que consiste l'interprétation de ces équations. Ainsi, bien que les équations ne contiennent que des mesures numériques spatiales, ces mesures ne sont également que le principe d'ordonnancement qui nous dit à partir de quels membres de la série d'éléments sensoriels nous devons construire notre image du monde.

21.

J'ai montré ailleurs[310] que les énoncés quantitatifs ne se distinguent des énoncés qualitatifs que par le fait que les premiers se réfèrent à un continuum d'énoncés de cas homogènes. De ce point de vue, l'emploi avantageux des équations à des fins de description ne serait possible que dans un domaine très limité. Il existe cependant des perspectives

[310] Voir *Prinzipien der Wärmelehre*, pp. 438, 459.

d'élargissement de ce domaine par étapes successives sans aucune limite. Cela se ferait de la manière suivante. Toutes les sensations optiques possibles, bien qu'elles ne puissent pas être mesurées, peuvent être caractérisées et cataloguées au moyen de nombres selon des méthodes psychophysiques. Ainsi toute expérience optique peut être décrite en représentant, au moyen d'équations, les valeurs de ces caractéristiques numériques comme dépendantes des coordonnées spatiales et temporelles, et les unes des autres. Et nous devrons considérer qu'un même résultat en principe peut être obtenu aussi dans les domaines des autres sens. Ainsi, il est possible d'attribuer un sens parfaitement précis à l'expression utilisée p. 53 ci-dessus ($f([Monde]) = 0$).

22.

La détermination de la dépendance des éléments [Monde] les uns par rapport aux autres, [Corps] étant ignoré, est la tâche des sciences naturelles, ou de la physique dans son sens le plus large. Mais, en réalité, les éléments [Monde] sont toujours aussi dépendants de [Corps]. Il existe toujours des équations de la forme $f([Monde], [Corps]) = 0$. Or puisque de nombreux observateurs différents [Corps], [Corps]', [Corps]" … interviennent, on réussit à éliminer l'influence accidentelle de la variation de [Corps], etc., et on n'obtient ainsi que l'élément qu'on peut énoncer comme propriété commune, à savoir la pure dépendance des éléments [Monde] les uns sur les autres. Dans ce processus, les [Corps], [Corps]', [Corps]" … sont traités comme des instruments physiques, chacun avec ses particularités, ses spécificités constantes, etc., dont les résultats, comme nous l'avons finalement indiqué, doivent être dégagés. Mais s'il s'agit simplement de la connexion temporelle d'une réaction quantitative avec d'autres réactions quantitatives, comme dans l'exemple dynamique ci-dessus, la question est alors encore plus simple. Tout tourne alors sur la constatation de l'égalité ou de l'identité des [Monde] en pareilles circonstances, – c'est-à-dire en pareil

[Corps], – ce qui revient à dire que tout tourne simplement sur la constatation des identités spatiales. Le genre de qualité des sensations est maintenant indifférent ; c'est leur égalité qui est seule décisive. Et maintenant un seul individu suffit pour fixer des relations de dépendance valables pour tous les individus. Ainsi, à partir de ce point, nous avons obtenu une base sûre pour tout le domaine de la recherche scientifique, ce qui profite également à la psychophysiologie.

23.

L'espace du géomètre n'est en aucun cas simplement le système des sensations spatiales (les sens de la vue et du toucher), mais consiste plutôt en un corps d'expériences physiques conceptuellement idéalisées et formulées, ayant les sensations spatiales comme point de départ. Par le fait même que le géomètre considère son espace comme étant de même nature en tous points et dans toutes les directions, il va bien au-delà de l'espace donné à la vue et au toucher, qui ne possède nullement cette simple propriété (pp. 177, 191s). Sans expérience en physique, le géomètre n'aurait jamais atteint cette conception. Les propositions fondamentales de la géométrie ont, en fait, été acquises entièrement au moyen d'expériences physiques, par la superposition de mesures de longueur et des angles, par l'application de corps rigides les uns aux autres. Sans propositions de congruence, pas de géométrie. Outre le fait que les images spatiales ne se produiraient pas en nous sans l'expérience physique, nous ne saurions, même en admettant leur existence, les appliquer les unes aux autres et tester leur congruence. Lorsque nous nous sentons obligés d'imaginer un triangle isocèle comme ayant des angles égaux à sa base, notre compulsion est due au souvenir d'expériences passées puissantes. Si la proposition avait sa source dans « l'intuition pure », il n'y aurait aucune nécessité de l'apprendre. Que des découvertes puissent être faites par le simple pouvoir de l'imagination géométrique, et qu'elles le soient quotidiennement, prouve simplement que le

souvenir d'une expérience donnée peut révéler à l'esprit des traits qui, dans l'observation originale, sont passés inaperçus ; tout comme dans l'image rémanente d'une lampe brillante, des détails nouveaux et inédits peuvent être découverts. Même la théorie des nombres doit être considérée de cette manière ; ses propositions fondamentales peuvent difficilement être considérées comme entièrement indépendantes de l'expérience physique.

Le bien-fondé de la géométrie (et de toutes les mathématiques) n'est pas dû au fait que ses théories sont obtenues par un type particulier de connaissances, mais seulement au fait que son matériel empirique, qui est particulièrement commode et pratique, a été testé très souvent, et peut être à nouveau testé à tout moment. De plus, le domaine de l'expérience spatiale est beaucoup plus limité que celui de l'ensemble de l'expérience. La conviction d'avoir épuisé en tout ce domaine limité surgit bientôt et produit la confiance en soi nécessaire[311].

24.

Une confiance en soi semblable à celle du géomètre est sans doute aussi possédée par le compositeur et le peintre décorateur, qui ont tous deux acquis, le premier dans le domaine des sensations sonores, le second dans celui des sensations de couleur, une large et riche expérience. Au géomètre ne se présentera aucune figure spatiale dont les éléments ne lui soient pas bien connus, et compositeur et décorateur ne rencontreront pas de nouvelles combinaisons de tons ou de couleurs qui leur soient inconnues. Mais le débutant inexpérimenté en géométrie ne sera pas moins surpris et déçu par les résultats de son activité que le jeune musicien ou décorateur.

[311] Cf. *Wärmelehre*, p. 455 ; Meinong, *Hume-Studien*, Vienne, 1877 ; Zindler, *Beiträge zur Theorie der mathematischen Erkenntnis*, Vienne, 1889.

Le mathématicien, le compositeur, le décorateur et l'étudiant en sciences naturelles, lorsqu'ils se livrent à des spéculations, poursuivent des procédés tout à fait analogues, malgré la différence de leurs matériaux et de leurs buts. Le mathématicien, il est vrai, grâce à son matériel plus limité, a l'avantage sur les autres quant à la certitude de sa démarche ; tandis que ce dernier, pour la raison opposée, est désavantagé par rapport aux autres.

25.

La distinction entre espace physiologique et espace géométrique s'est avérée incontournable. Mais tandis que la perspicacité géométrique est obtenue par la comparaison spatiale des corps entre eux, le temps ne peut pas non plus être laissé de côté, puisqu'il est impossible, en faisant de telles comparaisons, de faire abstraction de la translation des corps. L'espace et le temps se tiennent intimement liés, se montrant ainsi relativement indépendants des autres éléments physiques. Cela se traduit par le fait que lorsque les corps bougent, leurs autres propriétés restent relativement constantes. C'est précisément grâce à cela que la géométrie et la mécanique pures sont possibles. L'espace et le temps, considérés de près, représentent, du point de vue de la physiologie, des genres particuliers de sensations ; mais, en ce qui concerne la physique, ils représentent des dépendances fonctionnelles les uns par rapport aux autres des éléments caractérisés par les sensations. Lorsque les indices physiologiques spatiaux et temporels, conditionnés par les parties et les processus de notre corps, sont comparés les uns aux autres dans des circonstances physiologiques semblables, nous obtenons des relations de dépendance des éléments physiques les uns par rapport aux autres, – c'est-à-dire de dépendance des éléments d'un corps avec ceux d'un autre, et dépendance des éléments d'un processus avec ceux d'un autre. Sur la base de ce résultat, nous pouvons prendre les déterminations temporelles et spatiales dans un sens

purement physique. Tout ce qui coïncide avec la plus petite partie d'un processus qui se déroule continuellement dans une direction, est antérieur dans le temps. Dans un espace rempli de manière homogène, la position *B* est plus proche qu'une autre position de la position *A*, lorsque *B* est atteint par le processus partant de *A* plus tôt que l'autre position n'est atteinte. La ligne droite est le concept de classe des positions uniquement déterminées par les relations physiques entre deux points, ou corps infiniment petits. La position *C* est située au point de bissection de la droite *AB*, lorsque, dans l'espace homogène, les processus partant de *A* et *B* atteignent cette position en des temps égaux, et y parviennent en un temps plus court que toute autre position avec laquelle elle partage la première propriété.

26.

Le temps du physicien ne coïncide pas avec le système des sensations-temps. Lorsque le physicien veut déterminer une période de temps, il applique, comme étalons de mesure, des processus identiques ou supposés identiques, tels que les vibrations d'un pendule, les rotations de la Terre, etc. Le fait lié à la sensation-temps est de cette façon l'objet d'une réaction, et le résultat de cette réaction, le nombre qui est obtenu, sert, au lieu de la sensation-temps, à déterminer plus exactement le mouvement ultérieur de la pensée. De la même manière, nous réglons nos pensées sur les processus thermiques non d'après la sensation de chaleur que nous procurent les corps, mais d'après la sensation beaucoup plus précise qu'on obtient des réactions thermométriques en notant simplement la hauteur du mercure. Habituellement, une sensation d'espace (un angle de rotation de la Terre, ou le trajet de l'aiguille sur le cadran d'une horloge) se substitue à la sensation de temps, et pour cela, encore une fois, un nombre est utilisé. Par exemple, si nous représentons l'excès

de température d'un corps se refroidissant par rapport à celle de son environnement par $\vartheta = \theta \frac{kt}{e}$, alors t est ce nombre.

La relation dans laquelle se trouvent les quantités d'une équation est généralement (analytiquement) une relation plus générale que celle qui est censée être représentée par l'équation. Ainsi, dans l'équation $(x/a)^2 + (y/b)^2 = 1$, toutes les valeurs possibles de x ont une signification analytique et donnent des valeurs correspondantes de y. Mais si l'équation est utilisée pour représenter une ellipse, seules les valeurs de $x < a$ et $y < b$ ont une signification géométrique (ou réelle).

De même, il faudrait ajouter expressément, si cela n'était pas évident, que l'équation $\vartheta = \theta \frac{kt}{e}$ ne représente le processus réel que pour des valeurs croissantes de t.

Si nous imaginons le cours naturel de différents événements, disons le refroidissement d'un corps et la descente libre d'un second, représentés par des équations impliquant le temps, alors le temps peut être éliminé de ces équations, et nous pouvons exprimer, par exemple, l'excès de température au moyen de l'espace parcouru par le corps qui tombe. Ainsi vus, les éléments apparaissent simplement comme dépendants les uns des autres. Mais il faudrait préciser le sens d'une telle équation en ajoutant que seules des distances de descente croissantes ou des températures décroissantes doivent y être insérées successivement.

Quand on pense ainsi à l'excès de température déterminé par l'espace parcouru par un corps en chute, la dépendance n'est pas immédiate. Sur ce point, je suis d'accord avec Petzoldt[312]. Mais la dépendance n'est pas plus immédiate quand on suppose que l'excès de température est déterminé par l'angle de rotation de la Terre. Car personne ne croira que les mêmes valeurs de température continueraient à correspondre aux mêmes valeurs angulaires, si la terre devait

[312] Petzoldt, « Das Gesetz der Eindeutigkeit » (La loi de l'unicité), *Vierteljahresschrift für wissenschaftliche Philosophie*, Vol. XIX, pp. 146s.

modifier sa vitesse de rotation par suite d'un choc. Mais il me semble résulter de telles considérations que nos postulats ne sont que provisoires et dépendent d'une ignorance partielle du rôle décisif joué par certaines variables indépendantes qui nous sont inaccessibles. C'est seulement en ce sens que je souhaiterais que la référence que j'ai faite jadis à une certaine absence de détermination, soit comprise[313]. Cette conception est d'ailleurs parfaitement compatible avec le postulat des déterminations uniques, puisque de tels postulats sont toujours posés sur l'hypothèse de circonstances données, et en faisant abstraction de changements inhabituels et inattendus. Cette façon de voir les choses est, me semble-t-il, inévitable, si l'on songe que la distinction soulignée par Petzoldt entre dépendances simultanées et successives vaut pour la représentation intuitive, mais non pour les équations qui sont les normes réglant quantitativement la représentation. Les équations ne peuvent être que d'un seul type et ne peuvent exprimer que des dépendances simultanées. Vers l'indéterminisme au sens ordinaire, – l'hypothèse, par exemple, du libre arbitre au sens utilisé par de nombreux philosophes et théologiens, – je n'ai pas la moindre inclination.

Le temps n'est pas réversible. Un corps chaud placé dans un environnement frais se refroidit simplement et ne se réchauffe pas à nouveau. Avec des sensations-temps plus grandes ou plus tardives, seuls des excès de température décroissants plus petits sont liés. Une maison en flammes brûle mais ne se reconstruit jamais. Une plante ne diminue pas de taille et ne se glisse pas dans la terre, mais en sort, augmentant de taille. L'irréversibilité du temps se réduit au fait que les modifications des valeurs des grandeurs physiques s'opèrent toujours dans des directions déterminées. Des deux possibilités analytiques, une seule est

[313] Mach, *History and Root of the Principle of the Conservation of Energy*, traduit par P. E. B. Jourdain, Chicago, Open Court Publishing Co., 1911.

réelle. Nous n'avons pas besoin de voir dans ce fait un problème métaphysique.

Les changements ne peuvent être déterminés que par des différences. Là où il n'y a pas de distinctions, il n'y a pas de détermination. Le changement qui survient peut accroître les distinctions ou il peut les diminuer. Mais si les différences avaient tendance à s'accroître, le changement se poursuivrait sans fin et sans but. La seule hypothèse compatible avec une représentation générale de l'univers, ou plutôt avec la représentation de notre propre environnement limité, est celle d'une tendance, dans l'ensemble, à une diminution des différences. Mais si les circonstances qui créent des différences ne se faisaient pas sentir en forçant leur chemin dans notre environnement, un temps viendrait bientôt où il ne se passerait plus rien du tout.

Encore une fois, nous pouvons conclure, avec Petzoldt, de notre propre existence et de notre stabilité corporelle et spirituelle, à la stabilité et à l'unicité, quant à la détermination et à la direction, des processus de la nature. Car non seulement nous sommes nous-mêmes un fragment de la nature (p. 347 ci-dessus), mais c'est la présence de ces mêmes propriétés dans notre environnement qui détermine notre existence et notre pensée (voir *Popular Scientific Lectures*, 3e édition, p. 250). Mais il ne suffit pas de construire avec trop de confiance sur cette base, car les organismes sont des fragments particuliers de la nature, d'une stabilité très limitée et modérée, qui en fait sont susceptibles d'être détruits, et pour la préservation desquels une quantité proportionnellement modérée de stabilité dans l'environnement est suffisante. La démarche la plus commode sera donc de reconnaître les limites partout manifestement posées à notre connaissance, et de considérer l'effort vers la détermination unique comme un idéal, que, autant que faire se peut, nous actualisons dans notre pensée.

Bien entendu, je ne considère pas les déclarations que j'ai écrites à l'époque de ma plus grande effervescence intellectuelle (1871) comme à l'abri de toute attaque,

notamment quant à leur forme ; et je ne considère nullement que les objections de Petzoldt soient dictées par un esprit captieux. J'espère, cependant que lorsque je traiterai de nouveau le sujet plus longuement, – car je n'ai pu l'effleurer ici que brièvement, – je pourrai amener une pleine compréhension, sans abandonner en même temps aucune partie essentielle de ma vision[314].

[314] Mon livre récemment publié, *Erkenntnis und Irrtum* (1905), contient d'autres discussions sur la question. Voir, en particulier, pp. 426-40.

15. COMMENT MES VUES ONT ÉTÉ REÇUES

1.

Lorsque la première édition de ce livre a été publiée, les opinions à son sujet étaient très partagées. Mais dans la grande majorité des cas, ce sont des points de détail qui ont trouvé un accueil, dans la mesure où l'accueil a été favorable, tandis que les vues fondamentales qui avaient conduit aux détails ont été pour la plupart rejetées. Toutes les critiques publiques que j'ai vues ont conservé un ton de modération, même lorsqu'elles ont été hostiles, et, dans leur franc-parler, elles m'ont été extrêmement instructives[315].

On ne saurait méconnaître l'influence favorable qu'ont exercée sur l'appréciation de mon livre les publications ultérieures de Richard Avenarius. Cela donne sûrement matière à réflexion, quand on trouve un philosophe professionnel établissant dans un traité systématique élaboré une position qui, lorsqu'elle a été prise par un scientifique, a été encline à l'expliquer comme l'aberration d'un dilettante. Aujourd'hui, les élèves d'Avenarius et de nombreux chercheurs plus jeunes qui se sont rapprochés de ma position

[315] Que les jugements privés eussent été également modérés, je ne l'aurais pas cru, même si certaines petites indiscrétions ne m'eussent pas prouvé le contraire. Un jugement plus que méprisant d'un collègue allemand m'a été communiqué par un chemin curieusement détourné disons plus ou moins par la voie des Antipodes avec l'incontournable intention de me faire mal. Ce but, bien sûr, n'a pas été atteint. Car il serait certainement très injuste que je refuse aux autres le droit, que j'exerce assez souvent moi-même, de négliger un travail que je considère comme non rentable. Certes, je n'ai jamais ressenti le besoin d'insulter des personnes dont les opinions diffèrent des miennes.

par des chemins qui leur sont propres, se tiennent à mes côtés en tant qu'alliés. Néanmoins, tous les critiques, à quelques exceptions près, y compris ceux qui reproduisent assez correctement mes idées fondamentales et les ont certainement comprises, ne peuvent s'empêcher d'éprouver de sérieuses objections à leur encontre. Il n'y a rien d'étonnant à cela ; car j'exige beaucoup de la plasticité de mes lecteurs. C'est une chose de comprendre logiquement une idée, et une autre de l'adopter dans un esprit sympathique. La fonction ordonnatrice et simplificatrice de la logique ne peut, en effet, commencer que lorsque la vie psychique est à un stade avancé de développement et peut déjà se prévaloir d'un riche bagage d'acquisitions instinctives. Or, il n'est guère possible d'atteindre ce noyau instinctif prélogique d'acquisitions par des moyens logiques. Il s'agit bien plus d'un processus de transformation psychique qui, comme je l'ai constaté dans mon cas, est assez difficile même dans la jeunesse. Ce serait donc trop compter ici sur un accord immédiat. Au contraire, je me contente d'être simplement entendu, et d'être écouté sans préjugés. Je vais maintenant, suivant les impressions que j'ai reçues de mes critiques, mettre en évidence et illustrer une fois de plus les points dont l'accueil a été le plus vigoureusement combattu. Ce faisant, je traiterai les objections qui ont été soulevées comme des objections typiques, sans rien de captieux ou de personnel à leur sujet, et je ne mentionnerai donc aucun nom.

2.

À moins que nous ne soyons soumis à une certaine contrainte, nous voyons la terre immobile, et le soleil et les étoiles fixes en mouvement. Cette façon d'envisager la question n'est pas seulement suffisante pour les besoins pratiques ordinaires, mais c'est aussi la plus simple et la plus avantageuse. Mais le point de vue opposé s'est imposé comme le plus commode pour certaines fins intellectuelles. Bien que toutes deux soient également correctes et également

adaptées à leur destination particulière, la seconde vision n'a réussi à s'imposer qu'après un combat acharné avec une puissance hostile à la science, – une puissance qui, dans ce cas, s'alliait aux conceptions instinctives des gens ordinaires. Mais demander à l'observateur de s'imaginer debout sur le soleil plutôt que sur la terre n'est qu'une bagatelle en comparaison de l'exigence qu'il considère l'Ego comme n'étant rien du tout, et qu'il le résolve en une connexion transitoire d'éléments changeants. Il est vrai que de part et d'autre, la voie est depuis longtemps préparée à cette conception[316].

Nous voyons de telles unités, que nous appelons « je », se produire par génération et disparaître dans la mort. À moins de se livrer à la fiction, si fantastique de nos jours, que ces unités existaient avant la naissance à l'état latent, et continueront d'exister après la mort, on ne peut que supposer qu'il ne s'agit que d'unités temporaires. La psychologie et la psychopathologie nous enseignent que l'Ego peut grandir et s'enrichir, s'appauvrir et se rétrécir, devenir étranger à lui-même, se scinder, en un mot, changer sur des points importants au cours de sa vie. Malgré tout cela, l'Ego est ce qu'il y a de plus important et de plus constant pour mes conceptions instinctives. C'est le lien qui unit toutes mes expériences et la source de toute mon activité. De la même manière, encore une fois, un corps rigide est quelque chose de très constant pour nos conceptions instinctives grossières. S'il est divisé, dissous ou combiné chimiquement avec un autre corps, le nombre de ces constances augmente et diminue. Alors, pour tenir à tout prix à la notion qui nous est devenue si chère, nous assumons des constances latentes et

[316] Cf. le point de vue de Hume et Lichtenberg. Durant des milliers d'années, le bouddhisme a abordé cette conception du côté pratique. Cf. Paul Carus, *The Gospel of Buddha* (L'Évangile de Bouddha), Chicago, 1894. Cf. aussi la merveilleuse histoire racontée par le même écrivain dans *Karma, A Story of Early Buddhism* (Karma, une histoire du bouddhisme primitif), Chicago, 1894.

nous réfugions dans l'atomisme. Dans la mesure où nous sommes souvent capables de reconstituer le corps qui a disparu ou qui a changé, ce procédé repose sur des bases un peu meilleures que dans le cas de l'Ego.

Or, en pratique, nous pouvons aussi peu nous passer de la représentation de l'Ego quand nous agissons, que nous pouvons nous passer de la représentation d'un corps quand nous saisissons une chose. Physiologiquement nous restons égoïstes et matérialistes, de même que nous voyons toujours le soleil se lever. Mais théoriquement, cette façon de voir les choses ne peut être maintenue. Changeons-la par expérience. Si, ce faisant, nous obtenons un aperçu de la vérité, cela portera également des fruits pratiques à long terme.

3.

Quiconque a été influencé à un moment ou à un autre par Kant, – quiconque a adopté un point de vue idéaliste et n'a pas pu se débarrasser des dernières traces de notion de « chose en soi », conserve une certaine inclinaison vers le solipsisme, qui apparaîtra plus ou moins clairement. Pour l'avoir vécu dans ma première jeunesse, je connais bien cet état d'esprit et je le comprends aisément. Le penseur philosophe procède à faire de l'unique problème de l'Ego, problème en principe insoluble, le point de départ de tout le reste. L'Ego est quelque chose qui nous est donné, nous ne pouvons pas le transcender et nous en éloigner. Lorsque, par conséquent, les philosophes spéculatifs disent que « le solipsisme est le seul point de vue logiquement cohérent », leur énoncé est tout à fait intelligible compte tenu de leur lutte pour atteindre un système fermé, tout-inclusif et complet de l'univers. Certes, il faut ajouter que le matérialisme aussi est également conséquent pour quiconque croit que la matière est la seule chose immédiatement donnée, et qu'on ne peut pas l'expliquer davantage. Ceci, en effet, est vrai de tous les systèmes. Mais quand un homme de science me dit que le solipsisme est le seul point de vue cohérent, il excite mon

étonnement. Je n'insisterai pas sur le fait que ce point de vue convient mieux à un fakir qui rêve sa vie dans la contemplation, qu'à un homme sérieux, réfléchi et actif. Mais ce que je crois, c'est que l'homme de science qui incline dans cette voie fait une confusion entre les méthodes philosophiques et scientifiques. L'homme de science ne cherche pas une vision complète de l'univers ; il sait d'avance que tout son travail ne peut aller qu'à élargir et approfondir sa perspicacité. Pour lui il n'est pas de problème dont la solution nécessiterait encore d'être approfondie ; mais il n'y a pas non plus de problème qu'il puisse considérer comme absolument insoluble. S'il est impossible pour le moment de résoudre un problème, en attendant, il en résout d'autres plus accessibles. S'il revient ensuite au problème d'origine, celui-ci a généralement perdu une grande partie de son aspect terrifiant.

Sans doute l'Ego n'est pas épuisé, si nous disons, tout à fait provisoirement, qu'il consiste en une connexion particulière des éléments, tant que la nature de cette connexion n'est pas étudiée en détail. Mais les problèmes particuliers qui se posent ici ne seront pas résolus par la spéculation ; leur solution sera trouvée par les psychologues, les physiologistes et les psychiatres, à qui nous devons déjà de nombreuses élucidations importantes de ces problèmes. Le substrat physique de l'Ego, le corps[317] fourniront de nombreux repères que la psychologie introspective ne peut manier que de manière très imparfaite. Un homme de science qui serait solipsiste serait comme un physicien pour qui le thermomètre était le problème fondamental de l'univers, parce qu'il ne lui arrivait pas un jour donné d'avoir une compréhension parfaitement claire de l'influence de la température sur l'expansion. D'un autre côté, le philosophe

[317] Mais il ne s'agit pas ici d'un Ego transcendantal, inconnaissable, que bien des philosophes croient peut-être encore impossible d'éliminer comme dernier reste de la chose en soi, bien qu'en général ils se soient élevés à présent au-dessus de cette notion.

solipsiste me semble être comme celui qui renonçait à se retourner parce que tout ce qu'il voyait était toujours devant lui. Quant au clivage instinctif, mais insoutenable, de l'Ego en un objet vécu et un sujet actif ou observateur, – un problème qui tourmente tout le monde depuis assez longtemps, – quiconque veut réfléchir à ces questions peut comparer les pp. 34-38 ci-dessus.

4.

Celui qui ne peut se débarrasser de la conception de l'Ego comme réalité qui sous-tend tout, ne pourra pas non plus éviter de faire une distinction fondamentale entre mes sensations et vos sensations. De même, quiconque croit à la constance absolue d'un corps, pense à ce corps comme l'unique véhicule de toutes ses propriétés. Mais lorsque ce morceau de sodium blanc argenté est fondu et se dissout dans de la vapeur qui a un aspect absolument différent de la chose originale ; lorsque le sodium est divisé en différentes parties et transféré dans différentes combinaisons chimiques, de sorte qu'il y a plus ou même moins de corps qu'auparavant ; alors notre manière habituelle de penser ne peut être conservée que par des procédés extrêmement artificiels. Il devient alors plus avantageux de considérer les propriétés particulières comme appartenant tantôt à l'un, tantôt à l'autre complexe, ou corps, et de substituer, aux corps qui ne sont pas constants, la loi qui est constante et qui survit au changement des propriétés et de leurs connexions. Là encore, ce n'est pas une mince affaire que de demander que cette nouvelle habitude de pensée soit adoptée. Comment les penseurs de l'antiquité auraient protesté, si quelqu'un leur avait dit : « La terre, l'eau et l'air ne sont pas du tout des corps constants ; ce qui est constant, ce sont les éléments chimiques modernes dont ils sont composés, dont beaucoup d'éléments ne peuvent être vus, tandis que d'autres ne peuvent être isolés ou fixés qu'avec beaucoup de difficulté. Le

feu n'est pas du tout un corps, mais un processus », et ainsi de suite.

Nous sommes à peine capables d'estimer correctement aujourd'hui l'ampleur du changement qui réside dans cette étape. Pourtant dans la chimie moderne une nouvelle transformation dans ce sens se prépare, et les mêmes méthodes d'abstraction conduisent en temps voulu au point de vue qui est adopté ici. Du point de vue que je prends ici à des fins d'orientation générale, je ne fais pas plus une distinction essentielle entre mes sensations et les sensations d'autrui, que je ne considère le rouge ou le vert comme appartenant à un corps individuel. Les mêmes éléments sont connectés à différents points d'attache, à savoir les Ego. Mais ces points d'attache n'ont rien de constants. Ils naissent, ils se modifient sans cesse et périssent. Mais là où il n'y a pas de connexion à un moment donné, il n'y a pas non plus d'influence réciproque perceptible. Qu'il soit ou non possible de me transférer les sensations d'autrui au moyen de connexions nerveuses, ma conception n'est pas affectée d'une manière ou d'une autre. Les faits les plus connus fournissent une base suffisante pour cette opinion.

5.

Peut-être plus encore que dans mes idées fondamentales, bien des lecteurs ont trouvé une pierre d'achoppement dans ce qu'ils prenaient, à tort bien sûr, pour le caractère général de ma conception de l'univers. Et, pour commencer, je dois dire que quiconque, malgré des protestations répétées de ma part et d'autres milieux, identifie mon point de vue avec celui de Berkeley, est sans aucun doute très éloigné d'une appréciation correcte de ma position[318]. Cette idée fausse est

[318] Dire encore une fois la différence en un mot ? Berkeley considère les « éléments » comme conditionnés par une cause inconnue qui leur est extérieure (Dieu) ; ainsi Kant, pour apparaître comme un réaliste sobre, invente la « chose en soi » ; tandis que, selon la vue

sans doute en partie due au fait que ma vision s'est développée à partir d'une phase idéaliste antérieure, qui a laissé sur mon langage des traces qui ne sont probablement même pas encore entièrement effacées. Car, de toutes les approches de mon point de vue, celle de l'idéalisme me paraît la plus facile et la plus naturelle. Et liée à cela est la peur du panpsychisme, qui en même temps saisit mes lecteurs. Nombreuses sont les victimes en proie au panpsychisme, dans la lutte désespérée entre une conception moniste de l'univers et des préjugés dualistes instinctifs.

Dans ma première jeunesse, j'ai dû travailler moi-même sur ces tendances, et Avenarius y travaillait encore dans son livre de 1876. Sur ces deux points, je considère comme une chance particulièrement heureuse qu'Avenarius ait développé la même conception de la relation entre le physique et le psychique sur un fondement tout à fait réaliste ou, si l'on préfère l'expression, matérialiste, de sorte que je n'ai qu'à me référer à ses discussions.

---

que je défends, une dépendance des « éléments » les uns par rapport aux autres est théoriquement et pratiquement tout ce qui est requis. Il me semble que, dans l'interprétation de Kant, sa peur très naturelle et psychologiquement intelligible d'être considéré comme fantastique, n'a pas été suffisamment prise en compte. Ce n'est que de ce point de vue qu'on peut comprendre comment, tout en soutenant que seuls les concepts avaient un sens et une valeur applicables à une expérience possible, il a pu poser une chose en soi, dont aucune expérience n'est concevable. Face à la sensation particulière, l'homme ordinaire et l'homme de science posent tous deux la chose comme un complexe de représentation de toutes les expériences, remémorées ou encore attendues, qui se rattachent à la sensation en question ; et cette procédure est extrêmement astucieuse. Mais pour quiconque a assimilé le mode de pensée de Kant, celui-ci devient vide de sens aux limites de l'expérience.

6.

Mon monde d'éléments, ou de sensations, frappe non seulement les hommes de science, mais aussi les philosophes professionnels, comme étant trop immatériel. Lorsque je traite la matière comme un symbole mental représentant un complexe relativement stable d'éléments sensoriels, cela est décrit comme une conception qui ne fait pas assez cas du monde matériel. Le monde extérieur, on le sent, ne s'exprime pas adéquatement comme une somme de sensations ; en plus des sensations réelles, nous devrions au moins faire intervenir les possibilités de sensation de Mill. En réponse à cela, je dois observer que pour moi aussi le monde n'est pas une simple somme de sensations. En effet, je parle expressément de relations fonctionnelles des éléments. Mais cette conception non seulement rend les « possibilités » de Mill superflues, mais les remplace par quelque chose de beaucoup plus solide, à savoir le concept mathématique de fonction. Si je n'avais jamais rêvé qu'une expression brève et précise passerait si facilement inaperçue et qu'un exposé populaire sur les grandes lignes eût été plus utile, un exposé tel que celui que H. Cornelius[319] a si admirablement donné « sur le concept d'existence objective », aurait servi mon objectif. En tout cas, même ici, j'aurais dû éviter l'expression « possibilité », et lui substituer le concept de fonction.

D'après les expressions utilisées dans d'autres milieux, il semblerait que la véritable explication de ma position doive être recherchée dans un sensationnalisme exagéré, et dans une compréhension correspondante inadéquate de la valeur de l'abstraction et de la pensée conceptuelle. Or, sans un sensationnalisme assez marqué, un homme de science ne peut pas faire grand-chose. Mais cela ne l'empêche pas de former des concepts clairs et précis. Au contraire.

---

[319] *Psychologie als Erfahrungswissenschaft* (La psychologie comme science empirique), Leipzig, 1897, p. 99, et en particulier pp. 110-11.

Les concepts de la physique moderne supporteront la comparaison, en ce qui concerne la précision et la hauteur d'abstraction, avec celles de toute autre science ; mais ils offrent en même temps l'avantage de pouvoir toujours remonter avec aisance et certitude aux éléments sensoriels sur lesquels ils sont construits. Pour la science, le fossé entre la représentation intuitive et la pensée conceptuelle n'est pas si grand et n'est pas infranchissable. Je puis remarquer en passant que je suis loin de penser mesquinement aux concepts de la physique ; depuis près de quarante ans, je me suis occupé de les critiquer de diverses manières et avec plus de rigueur qu'auparavant. Et puisque mes résultats sont peu à peu, après de longues résistances, acceptés par les physiciens, on admettra peut-être que ce n'est pas un accord bon marché et facile. Quand le physicien, dont la formation l'a habitué à avoir dans la main le poids d'un kilogramme à chaque définition, s'exprimera peu à peu comme satisfait de définitions qui réduisent tout à un rapport fonctionnel d'éléments sensoriels, le philosophe ne voudra sûrement pas être encore plus physicien que le physicien.

Naturellement, cependant, il n'y a pas de place pour l'élaboration nécessaire des détails dans cette esquisse, qui est destinée à être simplement un programme pour la connexion plus étroite des sciences exactes les unes avec les autres ; pour de plus amples informations, le lecteur doit être renvoyé à mes travaux sur la physique. Il serait, en effet, hautement présomptueux de ma part de supposer même que tous les physiciens connaissent ces travaux, bien plus qu'ils sont familiers à des personnes qui ne sont pas des physiciens professionnels ; pourtant c'est en partie le manque de familiarité avec mes œuvres qui m'a permis d'être accusé, par exemple, d'avoir totalement ignoré la « spontanéité » et l'« autonomie » de la pensée. Même envers les sensations nues, notre attitude n'est pas une simple passivité ; car les sensations dégagent une réaction biologique, dont la suite naturelle est précisément l'adaptation de la pensée aux faits. Si cette adaptation réussissait immédiatement et

parfaitement, le processus s'arrêterait *ipso facto*. Mais puisque différentes pensées imparfaitement adaptées entrent en conflit les unes avec les autres, le processus biologique continue. Ce que j'ai appelé l'adaptation des pensées les unes aux autres se produit. Maintenant, j'aimerais vraiment savoir quel processus de développement scientifique, y compris le processus logique, n'est pas couvert par cette affirmation ? Ici, qu'il me soit permis d'interrompre pour le moment ces remarques controversées, dans lesquelles je n'ai été forcé que de répéter ce que j'ai dit souvent et depuis longtemps.

7.

Pour de nombreux lecteurs, l'univers, tel que je le conçois, semble être un chaos, un réseau d'éléments désespérément enchevêtrés. Ils ressentent le besoin de points de vue directeurs et unificateurs. Mais cela dépend d'une mauvaise interprétation de la tâche que je me suis fixée. Tous les points de vue qui ont de la valeur pour les sciences spéciales et pour la considération philosophique du monde, restent susceptibles d'application ultérieure et, en effet, je les applique ainsi. La tendance apparemment destructrice de l'œuvre est simplement dirigée contre des ajouts superflus, et donc trompeurs, à nos concepts. Ainsi je crois que les contrastes entre le psychique et le physique, et entre le subjectif et l'objectif, ont été correctement réduits par moi à ce qu'ils ont d'essentiel, et en même temps ont été purgés des conceptions traditionnelles et superstitieuses. Et cela a été fait de telle manière que les points de vue scientifiquement établis ne sont pas altérés, et en même temps, une place est faite pour de nouveaux points de vue.

Je n'ai aucune envie d'installer, à la place des lamentations d'un « Ignorabimus »[320] pieusement plaintif, une attitude

[320] L'ignorabimus, est une abréviation du latin « Ignoramus et ignorabimus » qui signifie « Nous ne savons pas et ne saurons

obstinément autosuffisante de rejet de tout ce qui vaut la peine d'être connu et qui peut l'être. Car refuser de tenter des réponses à des questions reconnues comme dépourvues de sens, n'est en aucun cas un acte de résignation ; compte tenu de la masse de matériaux qui peuvent réellement être étudiés, c'est la seule voie raisonnable ouverte à un homme de science. Le physicien qui s'abstient de chercher le secret du mouvement perpétuel n'a plus à y voir aujourd'hui un acte de résignation, pas plus que le mathématicien qui ne s'embarrasse plus de la quadrature du cercle ou de la solution des équations du cinquième degré sous forme algébrique fermée. Il en va de même pour les questions philosophiques plus générales : soit les problèmes sont résolus, soit ils sont reconnus comme inutiles.

« En quoi consiste exactement le sophisme, ou le parti pris, des vues philosophiques de Mach ? » Cette question, que pose un de mes critiques, me paraît bien inoffensive. Car je suis convaincu que mon exposé est plein de défauts dans plus d'un sens. Cela, en effet, ne peut guère être évité lorsque les vues d'un écrivain subissent un processus radical de révolution, car même une seule tête ne peut pas mener à bien un tel processus jusqu'à sa conclusion. Par conséquent, bien que je puisse sentir ces défauts, je ne peux pas mettre le doigt dessus. Si je le pouvais, je serais bien plus avancé vers mon but. Mais je n'ai pas non plus été en mesure d'obtenir une vue claire de mes défauts à partir des écrits de mes détracteurs. Attendons donc encore un peu.

Des arguments ont été apportés contre mes vues, qui ont été pleinement discutés à la fois dans ce livre et dans d'autres de mes écrits ; mais je n'énonce pas ce fait avec le désir de faire des reproches à qui que ce soit. Ce doit être un véritable supplice de devoir lire tout ce qui est publié et, qui plus est, de devoir porter un jugement consciencieux et délibéré dans un

---

jamais », exprimant par là une forme de pessimisme à propos de la possibilité de connaître ou d'expliquer scientifiquement tous les aspects du monde. Wikipédia : *https://bit.ly/3y5rzht* (NDT).

court laps de temps imparti. Je ne me suis jamais découvert de goût pour cette importante vocation, et par conséquent je n'ai écrit que trois critiques, au total, en quarante ans. Je n'en veux donc pas aux critiques qu'ils se soient épargné un certain nombre d'ennuis, même si cela a été en partie à mes dépens. J'espère qu'ils ne le prendront pas mal de ma part, si je ne réagis pas à chaque boutade et à chaque sarcasme qu'ils croient avoir atteint son but.

Hönigswald, cependant, a par la suite consacré un livre à mon point de vue (*Zur Kritik der Machschen Philosophie* (Sur la critique de la philosophie de Mach), Berlin, 1903). Je dois avouer qu'il a pris la peine de lire mes livres ; je n'ai pas non plus la moindre objection à faire à une critique qui déciderait que ma position est incompatible avec celle de Kant. Tous les philosophes n'en tireront pas la conclusion que ma position doit donc être insoutenable. Mes relations avec Kant ont été particulières. Son idéalisme critique a été, je le reconnais avec la plus grande gratitude, le point de départ de toute ma pensée critique ; mais il m'était impossible de lui conserver mon allégeance. J'ai très vite recommencé à graviter vers les vues de Berkeley, qui sont contenues, sous une forme plus ou moins latente, dans les écrits de Kant. En étudiant la physiologie des sens et en lisant Herbart, j'arrivai alors à des vues voisines de celles de Hume, bien qu'à cette époque je ne connaisse pas encore Hume lui-même. À ce jour, je ne peux m'empêcher de considérer Berkeley et Hume comme des penseurs logiquement plus cohérents que Kant. Ce n'est pas l'affaire d'un homme de science de critiquer ou de réfuter un philosophe comme Kant, même si l'on peut remarquer en passant que ce ne serait plus une réalisation particulièrement héroïque de montrer l'insuffisance de la philosophie de Kant comme guide de la recherche scientifique moderne. Cela a depuis longtemps été effectué par les progrès qui ont été réalisés dans tous les domaines, y compris la philosophie elle-même. Lorsque Hönigswald énonce un certain nombre de points de vue généraux et fait en sorte d'en tirer un système philosophique fermé, il méconnaît complètement les

méthodes d'approximation prudemment hésitantes employées par la science. Les constantes de l'homme de science ne sont pas absolument constantes, et, d'autre part, les changements qu'il recherche ne correspondent pas au flux illimité d'Héraclite[321]. Je désigne les buts biologiques comme « pratiques », quand ils ne visent pas la connaissance pure comme une fin en soi. Considérez seulement quelle serait la position de l'homme de science, si, avant de commencer à penser, il devait réfuter tous les systèmes philosophiques un à un. Encore une fois, il n'y a pas de « philosophie de Mach »[322].

8.

Que je ne parvienne jamais à rendre mes idées fondamentales plausibles aux philosophes, je dois laisser le temps en décider. Je n'attache pas beaucoup d'importance à cela pour le moment, bien que j'aie une profonde révérence pour les gigantesques travaux intellectuels des grands philosophes de tous les temps. Mais j'ai un désir sincère et vif d'entente avec les spécialistes des sciences naturelles, et je considère qu'une telle entente est réalisable. Je voudrais que les savants se rendent compte que mon point de vue élimine indifféremment toutes les questions métaphysiques, soit qu'elles soient seulement considérées comme insolubles à l'heure actuelle, soit qu'elles soient considérées comme dénuées de sens à jamais. Je voudrais, en outre, qu'ils réfléchissent que tout ce que nous pouvons savoir sur le monde s'exprime nécessairement dans les sensations, qui peuvent être dégagées de l'influence individuelle de l'observateur d'une manière précisément définissable (p. 353 ci-dessus). Tout ce que nous pouvons vouloir savoir est donné par la solution d'un problème sous forme mathématique, par la constatation de la dépendance

[321] Héraclite d'Éphèse. Wikipédia : *https://bit.ly/3aa1aXU* (NDT).

[322] Cf. *Erkenntnis und Irrtum*, 1905, Préface.

fonctionnelle des éléments sensoriels les uns par rapport aux autres. Cette connaissance épuise la connaissance de la « réalité ». Le pont entre la physique, au sens le plus large, et la psychologie scientifique, est formé de ces éléments mêmes, qui sont des objets physiques et psychiques selon le *genre*[323] de combinaison qui est à l'étude (p. 61 ci-dessus).

9.

Probablement bon nombre de physiologistes ont récusé un point de détail de ma position, sur lequel je voudrais ajouter quelque chose. J'ai une grande valeur pour des recherches telles que celles de S. Exner[324], et je crois que de nombreux problèmes importants relatifs aux phénomènes psychiques peuvent être résolus simplement par l'étude des connexions nerveuses des organes centraux[325], et par l'observation de la manière dont les stimuli sont disposés sur une échelle quantitative[326]. En effet, le livre d'Exner lui-même en est la preuve. Mais j'ai l'impression que les principaux problèmes ne sont toujours pas résolus. Car, de mon point de vue, je ne puis concevoir, pas plus aujourd'hui qu'il y a près de quarante ans, comment la variété qualitative des sensations peut provenir de la variation des connexions et de simples différences quantitatives. La psychophysique de Fechner, qui a eu une influence si importante, n'a pas manqué de me stimuler énormément à l'époque. Inspiré par le livre de Fechner, j'ai prononcé de très mauvaises conférences sur le sujet, la valeur de mes conférences étant encore diminuée par le fait que j'ai vite compris que la théorie des formules de

---

[323] Pp. 59-60 ci-dessus, suivant l'indication manuscrite au crayon papier d'un lecteur perspicace du XXe siècle (NDT).

[324] *Entwurf zu einer physiologischen Erklärung der psychischen Erscheinungen* (Projet d'explication physiologique des phénomènes mentaux), Vienne, 1894.

[325] *Ibid.*, p. 4.

[326] *Ibid.*, p. 3.

mesure de Fechner était erronée. À ce sujet, après avoir expliqué la théorie de la sensation du « fil télégraphique » de Helmholtz, j'ai dit : « Mais les processus électriques dans les nerfs se révéleront-ils trop simples pour expliquer de manière adéquate la différence de qualité des sensations ? Sera-t-il nécessaire de pousser l'explication plus loin dans des régions encore inconnues ? Et si, après avoir exploré tout le cerveau, nous ne trouvions partout que des courants électriques ? Mon opinion personnelle est celle-ci. Les recherches électriques qui ont été faites sur les nerfs sont sans aucun doute d'une nature délicate, mais sous un certain aspect elles sont très grossières. Un courant électrique d'intensité donnée ne nous dit rien, si ce n'est qu'une quantité déterminée de force vive passe par unité de temps à travers une section transversale du courant.

Par quel processus et par quels mouvements moléculaires cette force vivante est assistée, nous ne le savons pas. Il est possible que les processus les plus divers sous-tendent une même intensité de courant[327]. Encore aujourd'hui, je n'ai pas réussi à me débarrasser de cette idée, et je ne puis m'empêcher d'apporter des preuves qui la confirment essentiellement sous la même forme, par exemple en se référant à la présence d'un courant identique dans différents électrolytes[328]. Les progrès de la chimie physiologique[329] et les expériences qui ont été faites dans la transplantation d'organes différents[330] me semblent aujourd'hui encore

[327] « Vorlesungen über Psychophysik » (Conférences sur la psychophysique), *Zeitschrift für praktische Heilkunde*, pp. 335-6, Vienne, 1863.

[328] Voir la préface de l'édition anglaise précédente de ce livre, Chicago, 1897, pp. v-vi.

[329] Huppert, *Ueber die Erhaltung der Arteigenschaften* (À propos de la préservation des caractéristiques de l'espèce), Prague, 1896.

[330] Ribbert, « Ueber Transplantation von Ovarium, Hoden, und Mamma » (À propos de la transplantation de l'ovaire, des testicules et du sein), *Archiv für Entwicklungsmechanik*, 1898, Vol. VII.

davantage en faveur de mon point de vue. Rollett[331] a mis en relation les unes avec les autres et discutées d'une manière très instructive, en se référant à la fois à son propre travail et à celui d'autres, un certain nombre de questions importantes étroitement liées aux discussions de ce livre.

[331] « Entwicklungslehre und spezifische Energie » (Théorie de l'évolution et énergie spécifique), *Mitteilungen des Vereins der Aerzte in Steiermark*, 1902, n° 8.

SOMMAIRE

NOTES DU TRADUCTEUR 1

PRÉFACE DE LA CINQUIÈME ÉDITION 3

PRÉFACE DE LA PREMIÈRE ÉDITION 4

PRÉFACE DE LA DEUXIÈME ÉDITION 6

PRÉFACE DE LA TROISIÈME ÉDITION 8

PRÉFACE DE LA QUATRIÈME ÉDITION 9

1. REMARQUES INTRODUCTIVES : ANTIMÉTAPHYSIQUE . 11

2. DES OPINIONS PRÉCONÇUES 47

3. MA RELATION À RICHARD AVENARIUS ET D'AUTRES PENSEURS 55

4. LES PRINCIPAUX POINTS DE VUE POUR L'ENQUÊTE SENSORIELLE 67

5. PHYSIQUE ET BIOLOGIE. CAUSALITÉ ET TÉLÉOLOGIE .. 93

6. LES SENSATIONS SPATIALES VISUELLES 111

7. RECHERCHE AVANCÉE SUR LA SENSATION D'ESPACE 131

8. LA VOLONTÉ 181

9. CONSIDÉRATIONS BIOLOGICO-TÉLÉOLOGIQUE APPLIQUÉES À L'ESPACE 191

10. LES RELATIONS DES SENSATIONS VISUELLES ENTRE ELLES ET AVEC D'AUTRES ÉLÉMENTS PSYCHIQUES..... 205

11. SENSATIONS, MÉMOIRE ET ASSOCIATION 247

12. LA SENSATION DU TEMPS 257

13. LES SENSATIONS SONORES..... 275

14. INFLUENCE DES RECHERCHES ANTÉRIEURES SUR NOTRE CONCEPTION DE LA PHYSIQUE 321

15. COMMENT MES VUES ONT ÉTÉ REÇUES 363

À PROPOS DE L'AUTEUR..... 383

Ce livre vous plaît, vous souhaitez en avoir une version imprimée sur papier dans votre bibliothèque, allez sur Amazon !

https://www.amazon.fr/dp/2493956001

À PROPOS DE L'AUTEUR

Ernst Mach (1838-1916) était physicien et épistémologue. Il a étudié les mathématiques, la physique et la philosophie. Ses travaux portèrent sur l'effet Doppler, l'optique et l'acoustique. Il s'intéressait aussi à la physiologie des perceptions sensorielles. Mach est notamment connu pour ses études sur la lumière et les vitesses supersoniques. Le « nombre de Mach » sert désormais à exprimer la vitesse d'un avion supersonique. À partir de ses travaux sur les sensations, Mach a exposé un principe important (le principe de Mach) qui allait aider Einstein à élaborer sa théorie de la relativité générale. L'idée de Mach a influencé Einstein dans son idée que la matière engendre par nature l'espace qui est autour d'elle, et qu'un espace vide de matière n'existe pas.

Ernst Mach (1838-1916) était physicien et épistémologue. Il a étudié les mathématiques, la physique et la philosophie. Ses travaux portèrent sur l'effet Doppler, l'optique et l'acoustique. Il s'intéressait aussi à la physiologie des perceptions sensorielles. Mach est notamment connu pour ses études sur la lumière et les vitesses supersoniques. Le « nombre de Mach » sert désormais à exprimer la vitesse d'un avion supersonique. À partir de ses travaux sur les sensations, Mach a exposé un principe important (le principe de Mach) qui allait aider Einstein à élaborer sa théorie de la relativité générale. L'idée de Mach a influencé Einstein dans son idée que la matière engendre par nature l'espace qui est autour d'elle, et qu'un espace vide de matière n'existe pas.

Un livre éclairant pour comprendre les relations entre le monde, le corps et le psychisme.

Dans ce magnifique ouvrage du début du XXe siècle, Ernst Mach, physicien, physiologiste, philosophe et épistémologue, posait les bases des liens mutuels entre le physique et le psychique, leur médiateur étant les sensations. Mach s'efforce d'emblée d'éliminer de ses analyses les éléments métaphysiques superflus. Pour lui il n'y a pas de différence essentielle entre le physique et le psychique, si l'on considère les processus physiques nerveux qui les relient. Ainsi, pour Mach, le monde se compose uniquement de nos sensations et, l'auteur le souligne bien, nous n'avons connaissance que de nos sensations. Pour autant, l'auteur considère que le monde-rêve des idéalistes n'a pas de sens en science. Mach sort ainsi du solipsisme en posant la connexion essentielle entre les éléments du monde, du corps et du psychisme au travers des sensations, comme unité mentale idéale et non réelle. Au passage, Mach règle son compte à l'ego, qui doit être abandonné, car il reste une illusion source d'erreur en science. Il n'y a pas d'ego, pas plus qu'il n'y a de dualisme physique-psychique, avec son illusoire et hypothétique point de jonction entre l'âme et le corps. Mach se situe bien plutôt dans un parallélisme complet du physique et du psychique. Un livre qui a inspiré le non moins grand Einstein dans le développement de sa théorie de la relativité, dans les relations entre espace et matière. Car comme Einstein, Ernst Mach fait partie de ces géants sur les épaules desquels nous avons plaisir à nous jucher pour voir le monde plus loin, encore plus loin...

ISBN 978-2493956002
90000
9 782493 956002